



TUGAS AKHIR – TI 141501

**PENERAPAN *SIX SIGMA* PADA PERBAIKAN KUALITAS  
PRODUK PASTA GIGI MENGGUNAKAN *DESIGN OF  
EXPERIMENT* METODE *TAGUCHI* (STUDI KASUS PT XYZ)**

ALFONSUS SASANDO N K

NRP 2513 100 138

Dosen Pembimbing:

H. Hari Supriyanto, Ir., MSIE

NIP. 196002231985031002

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017



FINAL PROJECT – TI 141501

**SIX SIGMA IMPLEMENTATION ON TOOTHPASTE  
QUALITY IMPROVEMENT USING DESIGN OF  
EXPERIMENT TAGUCHI METHOD (CASE STUDY OF PT  
XYZ)**

ALFONSUS SASANDO N K

NRP 2513 100 138

Supervisor:

H. Hari Supriyanto, Ir., MSIE

NIP. 196002231985031002

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017

## LEMBAR PENGESAHAN

**PENERAPAN *SIX SIGMA* PADA PERBAIKAN KUALITAS PRODUK  
PASTA GIGI MENGGUNAKAN *DESIGN OF EXPERIMENT* METODE  
*TAGUCHI* (STUDI KASUS PT XYZ)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Persyaratan Penyelesaian Studi Strata Satu

Departemen Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

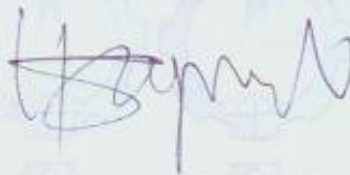
Penulis:

**ALFONSUS SASANDO N K**

**NRP. 2513 100 138**

Mengetahui/menyetujui,

Dosen Pembimbing



H. Hari Supriyanto, Ir., MSIE

NIP. 196002231985031002



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**PENERAPAN *SIX SIGMA* PADA PERBAIKAN KUALITAS PRODUK  
PASTA GIGI MENGGUNAKAN *DESIGN OF EXPERIMENT* METODE  
*TAGUCHI* (STUDI KASUS PT XYZ)**

Nama : Alfonsus Sasando N K  
NRP : 2513100138  
Departemen : Teknik Industri – ITS  
Pembimbing : H. Hari Supriyanto, Ir., MSIE

**ABSTRAK**

Kualitas merupakan suatu hal yang sangat penting agar suatu produk atau jasa dapat tetap eksis dalam persaingan yang ada. PT XYZ adalah perusahaan *fast moving consumer goods*. PT XYZ dibagi ke dalam 2 segmen yaitu segmen *home and personal care products* dan *segmen foods and beverages*. Salah satu cabang divisi personal care adalah sub-divisi oral care, yang mana mayoritas produksinya adalah pasta gigi. Penelitian ini difokuskan pada pasta gigi jenis PSD ukuran 225 gram. Jenis cacat yang memiliki prosentase terbesar adalah cacat *product collapse*. Permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana memperbaiki kualitas proses produksi pasta gigi dan mengurangi jumlah produk cacat.

Pendekatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode *Six Sigma* dengan menggunakan framework DMAIC. Pada tahap *define* dilakukan identifikasi permasalahan, pada tahap *measure* dilakukan pengukuran *current state* kinerja proses perusahaan, tahap *analyze* dilakukan analisa serta penentuan akar masalah berdasarkan cacat yang terjadi, dan tahap *improve* dilakukan desain eksperimen metode Taguchi.

Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kombinasi level optimal untuk dapat mengurangi jumlah cacat yang terjadi. Kombinasi tersebut adalah tebal film plastik 21 mikron, beda potensial film plastik 0,5 kV, ukuran gap *timing belt - green belt* 25 mikron, tekanan udara airblow 0,5 bar, temperatur sealing 150 °C, dan lebar film 340 mm.

**Kata Kunci : *Six Sigma*, DMAIC, Metode Taguchi**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**SIX SIGMA IMPLEMENTATION ON TOOTHPASTE QUALITY  
IMPROVEMENT USING DESIGN OF EXPERIMENT TAGUCHI  
METHOD (CASE STUDY OF PT XYZ)**

Name : Alfonsus Sasando N K  
Student-ID : 2513100138  
Department : Industrial Engineering – ITS  
Supervisor : H. Hari Supriyanto, Ir., MSIE

**ABSTRACT**

Quality is very important in order to maintain product or service to keep exist in market competition. PT XYZ is a fast moving consumer goods company, is divided into 2 segments i.e., segments of home and personal care products and segment of foods and beverages. One branch of the Division of personal care is Oral Care sub-division, which is where the majority of its production are toothpastes. This research is focused on the production of Toothpaste PSD 225 grams. *Product Collapse* defect was major issue of defect, as it has the biggest percentage of defect. The main problem is how to improve the quality of Toothpaste production and reducing the number of defects.

Approximation used in this study is using the Six Sigma DMAIC framework. Define phase identified the problem, measure phase accomplished company's current state performance, analyze phase accomplished analysis and confirm root cause for all defect happen, improve phase designed an experiment using Taguchi method.

From the result of this research, optimal level were gained in order to reduce the number of defects. These combination of factors were film thickness 21 micron, electrostatic level 0.5 kV, gap size between timing belt – green belt 25 micron, airblow pressure 0.5 bar, sealing temperature 150 °C, and film width 340 mm.

**Keywords : Six Sigma, DMAIC, Taguchi Method**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat waktu dengan sebaik-baiknya.

Laporan Tugas Akhir ini menjadi syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S-1) dan memperoleh gelas Sarjana Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapat bantuan moril dan materiil dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak H. Hari Supriyanto, Ir., MSIE. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir. Terimakasih yang sebesar-besarnya atas arahan, motivasi, kesabaran, dan waktu dalam membimbing penulis dalam pengerjaan laporan Tugas Akhir.
2. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Departemen Industri ITS yang telah mendidik dan mengajarkan banyak ilmu dan pelajaran berharga kepada penulis selama perkuliahan di Departemen Industri ITS khususnya Bapak Nurhadi Siswanto, S.T, M.S.I.E., Ph.D selaku Ketua Jurusan, Bapak Dr. Adhitya Sudiarno, S.T., M.T selaku dosen koordinator Tugas Akhir, dan Ibu Diesta Iva Mufhuhah, S.T., M.T.
3. Bapak Rasyid dan Bapak Dilly selaku pembimbing eksternal yang telah memfasilitasi proses pengambilan data serta proses administrasi dalam perusahaan.
4. Bapak F.X. Isgiarto dan Ibu Endah W. Selaku orang tua penulis yang telah memberikan doa dan motivasi untuk dapat menyelesaikan studi dan laporan Tugas Akhir dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis memohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan yang ada. Penulis terbuka untuk kritik dan saran yang sifatnya

membangun. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	8
1.3 Tujuan Penelitian .....	8
1.4 Manfaat Penelitian .....	8
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	8
1.5.1 Batasan.....	9
1.5.2 Asumsi .....	9
1.6 Sistematika Penulisan .....	9
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>11</b>
2.1 Konsep Kualitas .....	11
2.1.1 Definisi Kualitas .....	11
2.1.2 Pengendalian Kualitas .....	13
2.2 Konsep Six Sigma.....	14
2.2.1 Fase Six Sigma .....	15
2.2.2 Defect Per Million Opportunities (DPMO) .....	16
2.3 <i>Root Cause Analysis</i> .....	16
2.4 <i>Taguchi Method</i> .....	17
2.4.1 Prinsip DOE Metode Taguchi .....	18
2.4.2 Keuntungan DOE dengan Pendekatan Taguchi Method.....	22
2.4.3 Langkah-langkah melakukan Taguchi Method .....	22
2.5 ANOVA .....	24

2.5.1	Analisa of Variance (ANOVA) One-way .....	24
2.5.2	Analysis of Variance (ANOVA) Two-way .....	24
2.5.3	Pooling Factor .....	25
2.5.4	Persentase Kontribusi.....	25
2.5.5	Confidence Interval.....	26
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>27</b>
3.1	Tahap Identifikasi Awal .....	27
3.1.1	Studi Lapangan .....	27
3.1.2	Studi Pustaka.....	27
3.1.3	Identifikasi Permasalahan .....	27
3.1.4	Perumusan Masalah .....	28
3.1.5	Tujuan Penelitian .....	28
3.2	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data .....	28
3.2.1	Pengumpulan Data Perusahaan .....	28
3.2.2	Define.....	28
3.2.3	Measure.....	29
3.3	Tahap Analisa dan Perbaikan .....	30
3.3.1	Analyze .....	30
3.3.2	Improve .....	30
3.4	Tahap Kesimpulan dan Saran.....	32
<b>BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>		<b>35</b>
	<i>Define</i> .....	35
4.1.1	Penggambaran Proses Produksi .....	35
4.1.2	Definisi Critical-to-Quality (CTQ) .....	38
4.1.3	Pengumpulan Data Defect .....	41
4.1.4	Pembentukan Project Charter Six Sigma .....	42
	<i>Measure</i> .....	45
4.1.5	Penetapan Prioritas Improvement .....	45
4.1.6	Pembuatan Control Chart.....	47
4.1.7	Pengukuran Baseline Kinerja.....	64
<b>BAB 5 ANALISA DAN PERBAIKAN .....</b>		<b>69</b>
	Analyze .....	69

5.1.1	Analisa Nilai DPMO dan Sigma Level .....	69
5.1.2	Analisa Akar Permasalahan Penyebab Cacat .....	69
<i>Improve</i>	.....	78
5.1.3	Penetapan Variabel Respon .....	78
5.1.4	Penetapan Faktor Noise .....	78
5.1.5	Penetapan Faktor Kontrol .....	78
5.1.6	Pembuatan Orthogonal Array .....	81
5.1.7	Tahap Eksperimen .....	84
5.1.8	Perhitungan S/N Ratio .....	87
5.1.9	Kombinasi Optimum dan Analisa Mean Effect Level Faktor ..	88
5.1.10	Analysis of Variance (ANOVA) .....	91
5.1.11	Pooling Factor ANOVA .....	92
5.1.12	Eksperimen Konfirmasi .....	95
5.1.13	SettingParameter.....	97
<b>BAB 6</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>99</b>
6.1	Kesimpulan .....	99
6.2	Saran .....	100
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>101</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>.....</b>	<b>103</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS</b>	<b>.....</b>	<b>113</b>

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Penjualan Bersih untuk Segmen <i>Home and Personal Care Products</i> dan Segmen <i>Foods and Beverages</i> .....	1
Gambar 1.2 <i>Pie Chart</i> Persentase Jenis Pasta Gigi yang Paling Banyak Diproduksi(Sumber : Data Historis PT XYZ) .....	4
Gambar 1.3 Ilustrasi kondisi produk Pasta Gigi PSD 225 gram .....	6
Gambar 2.1 Diagram <i>Nominal is Better</i> .....	20
Gambar 2.2 Diagram <i>Lower is Better</i> .....	21
Gambar 2.3 Gambar <i>Higher is Better</i> .....	21
Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian .....	33
Gambar 4.1 Ilustrasi Proses Produksi Pasta Gigi PSD 225 gram .....	37
Gambar 4.2 Assembly Chart Produksi Pasta Gigi PSD 225 gram .....	38
Gambar 4.3 Diagram Pareto Frekuensi Masing-masing Jenis Cacat .....	47
Gambar 4.4 P-Chart Proses <i>Tube Filling</i> Iterasi 1 .....	50
Gambar 4.5 P-Chart Proses <i>Tube Filling</i> Iterasi 2 .....	52
Gambar 4.6 P-Chart Proses <i>Cartoning</i> Iterasi 1 .....	54
Gambar 4.7 P-Chart Proses <i>Cartoning</i> Iterasi 2 .....	57
Gambar 4.8 P-Chart Proses <i>Wrapping</i> Iterasi 1 .....	59
Gambar 4.9 P-Chart Proses <i>Wrapping</i> Iterasi 2 .....	61
Gambar 4.10 P-Chart Proses <i>Case Packing</i> Iterasi 1 .....	63
Gambar 5. 1 Kerangka dan Urutan Proses Mesin Wrapping .....	74
Gambar 5.2 Langkah 1 .....	82
Gambar 5.3 Langkah 2 .....	82
Gambar 5.4 Langkah 3 .....	83
Gambar 5.5 Langkah 4 .....	83
Gambar 5.6 Grafik <i>Main Effect</i> untuk $Y_{\text{average}}$ .....	89
Gambar 5.7 Grafik <i>Average Value</i> dari <i>S/N ratio</i> .....	90

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Volume Produksi Berdasarkan Kategori dalam segmen <i>Home and Personal Care Products</i> .....	2
Tabel 1.2 Persentase <i>Top Brand Index</i> (TBI) tahun 2013- <i>current</i> 2017.....	3
Tabel 1.3 Prosentase Proses yang Memiliki Cacat Terbanyak tahun 2016 .....	5
Tabel 1.4 <i>Output</i> Proses <i>Wrapping</i> Pasta Gigi PSD 225 gram .....	5
Tabel 2.1 Tingkat Pencapaian <i>Sigma</i> .....	16
Tabel 4.1 Rekap Critical-to-Quality (CTQ) pada Produksi Pasta Gigi PSD 225 gram.....	39
Tabel 4.2 Rekap Data <i>Defect</i> .....	41
Tabel 4.3 <i>Project Charter Six Sigma</i> .....	43
Tabel 4.5 Rekap Perhitungan Jumlah Masing-masing Jenis <i>Defect</i> .....	45
Tabel 4.6 Perhitungan Diagram Pareto Jenis <i>Defect</i> .....	46
Tabel 4.7 Perhitungan P-Chart Proses <i>Tube Filling</i> Iterasi 1.....	48
Tabel 4.8 Perhitungan P-Chart Proses <i>Tube Filling</i> Iterasi 2.....	51
Tabel 4.9 Perhitungan P-Chart Proses <i>Cartoning</i> Iterasi 1 .....	53
Tabel 4.10 Perhitungan P-Chart Proses <i>Cartoning</i> Iterasi 2 .....	55
Tabel 4.11 Perhitungan P-Chart Proses <i>Wrapping</i> Iterasi 1 .....	58
Tabel 4.12 Perhitungan P-Chart Proses <i>Wrapping</i> Iterasi 2 .....	60
Tabel 4.13 Perhitungan P-Chart Proses <i>Case Packing</i> Iterasi 1 .....	62
Tabel 4.14 Perhitungan Nilai Sigma Proses <i>Tube Filing</i> .....	65
Tabel 4.15 Perhitungan Nilai Sigma Proses <i>Cartoning</i> .....	66
Tabel 4.16 Perhitungan Nilai Sigma Proses <i>Wrapping</i> .....	67
Tabel 4.17 Perhitungan Nilai Sigma Proses <i>Case Packing</i> .....	68
Tabel 5.1 Root Cause Analysis <i>Product Collapse</i> .....	70
Tabel 5.2 <i>Current Condition Setting</i> Perusahaan.....	79
Tabel 5.3 Variabel Bebas-Level Eksperimen.....	79
Tabel 5.4 Rekap Hasil Eksperimen <i>Taguchi Method</i> .....	85
Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Rata-rata, Standar Deviasi, dan <i>S/N Ratio</i> .....	87
Tabel 5.6 Level Optimum Masing-masing Faktor .....	91

Tabel 5.7Hasil Uji ANOVA .....	91
Tabel 5.8Hasil Uji ANOVA Setelah Dilakukan <i>Pooling Factor</i> .....	93
Tabel 5.9Persentase Kontribusi Faktor Terhadap Variabel Respon .....	94
Tabel 5.10Hasil Eksperimen Konfirmasi .....	96
Tabel 5.11Perbandingan Eksperimen Awal dan Eksperimen Konfirmasi .....	97
Tabel 5.12Setting Parameter Optimal .....	97

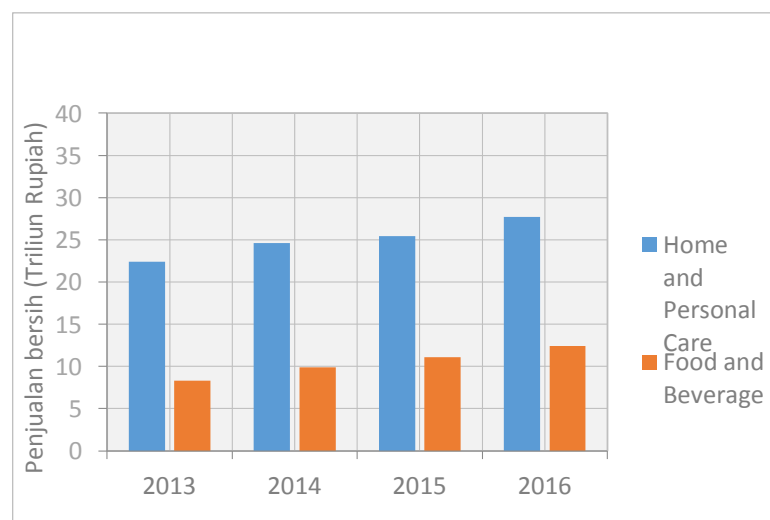
# BAB 1

## PENDAHULUAN

Pada Bab 1 Pendahuluan akan dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam pembuatan laporan penelitian.

### 1.1 Latar Belakang

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan terkemuka di Indonesia yang kepemilikannya berdasarkan penanaman modal asing di Indonesia. PT XYZ termasuk dalam kategori industri *Fast Moving Consumer Goods*(FMCG) yang memiliki kegiatan usaha untuk melakukan produksi, pemasaran dan distribusi barang-barang konsumsi. PT XYZ dibagi ke dalam 2 segmen yaitu segmen *home and personal care products* dan segmen *foods and beverages*. Kedua segmen tersebut dibagi lagi menurut kategorinya. Daftar kategori dari masing-masing segmen beserta jumlah penjualan bersih yang tercatat tahun 2016 dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Penjualan Bersih untuk Segmen *Home and Personal Care Products* dan Segmen *Foods and Beverages* (Sumber : Laporan tahunan PT XYZ periode 2013 – 2016)

Pada Tabel 1.1 tersebut, dapat dilihat bahwa pertumbuhan penjualan bersih untuk segmen *Home and Personal Care Products* lebih tinggi dibandingkan dengan segmen *Foods and Beverages* yaitu dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 7,4% per tahun dalam kurun waktu 4 tahun terakhir, sehingga dapat disimpulkan bahwa segmen *Home and Personal Care Products* memiliki kontribusi terbesar perusahaan secara umum.

Kantor pusat PT XYZ berdomisili di daerah Jakarta Selatan. Perusahaan ini memiliki pabrik di daerah Bekasi dan Surabaya. Pada domisili Bekasi terdapat 7 pabrik yang terletak di daerah Kawasan Industri Jababeka, Cikarang, Bekasi dan pada domisili Surabaya terdapat 3 pabrik di Rungkut, Surabaya. Khusus segmen *Home and Personal Care Products*, domisili Bekasi memproduksi kategori produk *fabric cleaning*, *fabric conditioner*, dan *household care*. Sedangkan domisili Surabaya memproduksi kategori produk *oral care* dan *personal wash*. Berikut ini adalah volume penjualan kategori produk dalam segmen *Home and Personal Care Products* di Indonesia dalam periode 12 minggu (Januari – Maret 2017) pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Volume Produksi Berdasarkan Kategori dalam segmen *Home and Personal Care Products*

Kategori	Volume Penjualan (units)	Persentase Penjualan
<i>Oral Care</i>	259.048	21%
<i>Personal Wash</i>	201.042	16%
<i>Fabric Cleaning</i>	174.540	14%
<i>Hair Care</i>	168.870	13%
<i>Fabric Conditioner</i>	163.870	13%
<i>Deodorant</i>	157.870	13%
<i>Household Care</i>	127.360	10%

(Sumber : Data Pengamatan dan Database PT. XYZ)

Pada Tabel 1.1 diatas, dapat diketahui bahwa produk *Oral Care* mendominasi volume penjualan dengan jumlah unit terjual sebanyak 259.048 unit atau sebanyak 21% total kategori yang diproduksi pada segmen *Home and Personal Care Products*. Kategori *Oral Care* disusul oleh kategori produk

*Personal Wash* yaitu sebanyak 201.042 unit atau sebanyak 16% dari total keseluruhan penjualan produk. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kategori *Oral Care* merupakan kategori produk yang paling banyak diproduksi.

Dalam kategori *Oral Care*, produk yang diproduksi adalah pasta gigi. Produk pasta gigi yang diproduksi yaitu Pasta Gigi PSD dan Pasta Gigi CLP. Untuk dapat mengetahui produk mana yang banyak dipilih di mata konsumen, dapat dilihat persentase produk berdasarkan *Top Brand Index*nya. *Top Brand Index* (TBI) ini didapatkan melalui survey terhadap konsumen di seluruh Indonesia. Melalui survey tersebut dikumpulkan rekap suara konsumen dan dapat dilihat produk mana yang cenderung dipilih oleh konsumen. Berikut ini adalah *market share* produk Pasta Gigi di Indonesia dan *Top Brand Index* pada penghargaan TOP Brand Award. (gambar)

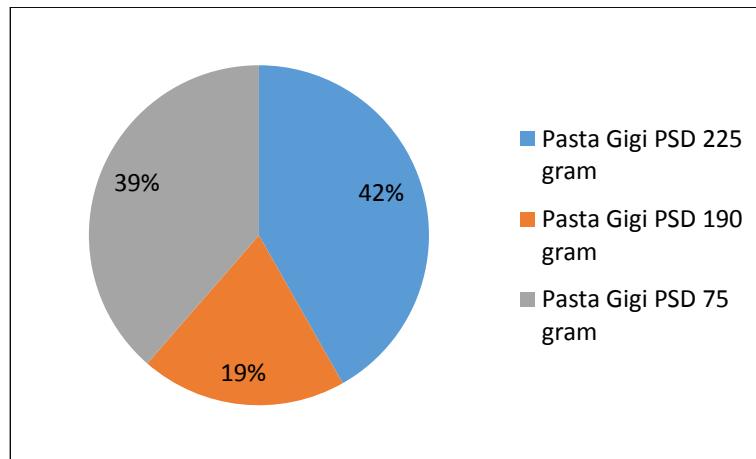
Tabel 1.2 Persentase *Top Brand Index* (TBI) tahun 2013- current 2017

Merek	Top Brand Index				
	2013	2014	2015	2016	2017
PSD (PT XYZ)	71,60%	73,10%	70,80%	77,60%	78,70%
Ciptadent	9,10%	8,40%	7,80%	7%	6,70%
CLP (PT. XYZ )	7,50%	6,40%	7,50%	5,90%	5,30%
Formula	7,10%	6,10%	7,20%	4,80%	5,20%
<i>Others</i>	4,70%	6,00%	6,70%	4,70%	4,10%

(Sumber : topbrand-award.com)

Berdasarkan Tabel 1.2 dapat dilihat bahwa produk Pasta Gigi PSD milik PT XYZ memiliki persentase paling besar dalam kurun waktu 5 tahun. Nilai persentase Pasta Gigi PSD tersebut jauh melebihi kompetitor lainnya, termasuk produk pasta gigi PT XYZ yang lain, yaitu Pasta Gigi CLP. Hal ini dapat terjadi dikarenakan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah dari segi *branding*, dimana Pasta gigi PSD memiliki *image brand* yang kuat di mata konsumen. Dengan begitu, dapat disimpulkan bahwa produk Pasta Gigi PSD adalah produk yang menjadi fokus dalam aktivitas *improvement*.

Produk Pasta Gigi 225 gram tersebut merupakan jenis produk yang paling banyak diproduksi untuk kurun waktu 4 tahun. Berikut ini adalah grafik jumlah unit produk Pasta Gigi PSD yang diproduksi. (tabel)



Gambar 1.2 *Pie Chart* Persentase Jenis Pasta Gigi yang Paling Banyak Diproduksi  
(Sumber : Data Historis PT XYZ)

Berdasarkan Gambar 1.2 tersebut, terlihat bahwa produk Pasta Gigi PSD 225 gram adalah produk yang jumlah produksinya paling besar. Hal ini membuktikan bahwa produk Pasta Gigi PSD 225 gram merupakan produk yang mendominasi penjualan, disusul oleh jenis Pasta Gigi PSD 190 gram.

PT XYZ berkomitmen untuk terus melakukan inovasi dan pertumbuhan untuk menciptakan masa depan perusahaan yang lebih baik, yang mana sejalan dengan visi dari perusahaan yaitu *Creating a better future every day*. Didorong oleh adanya visi, perusahaan berupaya untuk terus menciptakan produk-produk berkualitas tinggi sebagai salah satu misi perusahaan. Namun dalam kenyataan yang dialami perusahaan, terdapat berbagai kasus terjadinya cacat pada proses produksi Pasta Gigi PSD. Berikut ini diberikan data jumlah terjadinya cacat untuk keseluruhan proses.

Tabel 1. 3Persentase Proses yang Memiliki Cacat  
Terbanyak Periode Desember 2016

	Jumlah Cacat (Unit)	Persentase
Wrapping	51852	82%
Cartoning	9485	15%
Tube Filling	1012	1,6%
Material Mixing	885	1,4%

(Sumber : Data Historis Perusahaan)

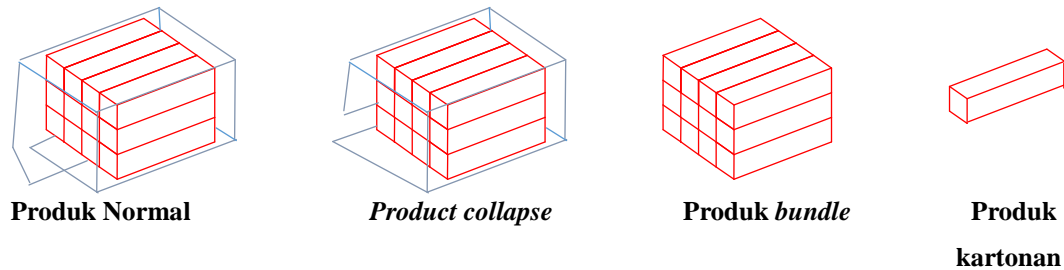
Permasalahan terjadi adalah *defect* pada proses *wrapping* produk, dimana *output* produk cacat yang dihasilkan pada mesin wrapping hingga 12% untuk tahun 2016. Berikut ini adalah tabel output proses *wrapping* Pasta Gigi A.

Tabel 1. 4Output Proses Wrapping Pasta Gigi PSD 225  
gram

Bulan	Defect (pieces)	Input Material (pieces)	Output (pieces)
Januari	184558	861000	676442
Februari	326720	904450	577730
Maret	434900	759500	324600
April	192004	772500	580496
Mei	282705	437500	154795
Juni	115890	362500	246610
Juli	124586	545500	420914
Agustus	182990	596500	413510
September	143801	649000	505199
Oktober	175714	625500	449786
Nopember	376090	590450	214360
Desember	221892	635500	413608
	2761850	7739900	4978050

Menurut kepala *Production Engineering*, mayoritas cacat yang terjadi untuk produk Pasta Gigi PSD 225 gram adalah terjadinya *Product collapse*, dan merupakan permasalahan yang sering dikeluhkan oleh operator. *Product collapse* ini sendiri merupakan suatu cacat yang terjadi pada bagian proses *wrapping*. *Product collapse* merupakan cacat berupa kegagalan film plastik pembungkus untuk membungkus produk *bundled* dengan sempurna. Produk *bundle*

merupakan tumpukan produk kartonan berjumlah 12 kotak. *Carton product* merupakan kumpulan produk pasta gigi yang telah dimasukkan ke dalam karton. Berikut ini adalah ilustrasi dari *Product collapse*, produk *bundle*, dan produk kartonan.



Gambar 1.3 Ilustrasi kondisi produk Pasta Gigi PSD 225 gram  
(Sumber : Ilustrasi Penulis)

Jenis cacat ini terjadi ketika film plastik gagal membungkus produk *bundle* sehingga tumpukan produk akan jatuh. Film plastik ini memiliki fungsi sebagai penyokong tumpukan produk kartonan agar tidak jatuh berantakan. Jatuhnya produk pada daerah mesin akan berdampak pada rusaknya produk kartonan. Namun ketika cacat terjadi pada saat produk *bundle* telah memasuki proses pengepakan (*case packing*), produk kartonan tidak memiliki penyokong sehingga berkemungkinan untuk merusak produk yang ada didalam karton *case packing*. Cacat yang terjadi akan diketahui pada saat produk telah sampai di tangan konsumen, yaitu *retailer* dan *distributor*. Konsumen biasanya akan melakukan protes jika produk yang diterima memiliki kemasan yang rusak dan meminta produk ganti.

Terjadinya *Product collapse* bisa dikarenakan produk Pasta Gigi PSD 225 gram memiliki dimensi karton yang besar sehingga mempersulit proses pembentukan *product bundling*. Dimensi karton yang besar membutuhkan dimensi film plastik pembungkus yang besar pula, sehingga semakin sulit untuk menstabilkan posisi film plastik pembungkus dengan benar. Untuk itu diperlukan kestabilan dalam proses pemasangan film plastik pembungkus pada produk *bundle*. Kestabilan pemasangan film plastik pembungkus dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor dari dimensi film itu sendiri serta faktor permasalahan



pada mesin *wrapping*. Faktor-faktor yang berpengaruh tersebut merupakan jenis faktor-faktor yang cara perbaikannya adalah dengan menemukan *setting* yang tepat. *Setting* yang digunakan akan menentukan jumlah produk cacat yang keluar. Sehingga solusi pembelian mesin baru tidak dapat diimplementasikan mengingat *setting* produksi adalah permasalahan yang ada pada mesin *wrapping*.

Untuk dapat mencapai target kualitas yang dimiliki oleh perusahaan, serta untuk mempertahankan *image brand* produk, maka dibutuhkan perbaikan terhadap proses produksi Pasta Gigi PSD 225 gram dengan menggunakan pendekatan *six sigma* agar dapat memenuhi kriteria standar yang diinginkan oleh konsumen. Metode *six sigma* merupakan suatu metode atau aktivitas untuk dapat mencapai kinerja operasi yang baik, yaitu hanya 3,4 cacat untuk setiap satu juta peluang atau sebesar 99,99966 persen produk diproduksi tanpa mengalami cacat. Penggunaan metode *six sigma* bertujuan untuk mengetahui performansi, serta memperbaiki kualitas untuk meminimalisir terjadinya cacat produk. Metode *six sigma* cocok digunakan untuk mengurangi variansi proses sehingga proses dapat konsisten memenuhi standar konsumen.

Penggunaan prinsip *design of experiment* dapat membantu perusahaan untuk menyelesaikan permasalahan di PT XYZ. Dibutuhkannya kombinasi faktor optimal agar didapatkan kinerja produksi yang juga optimal, dengan kata lain meminimalisir jumlah cacat yang terjadi. Kekurangan dari *design of experiment* ini adalah jumlah skenario yang diperlukan tergantung pada jumlah faktor dan levelnya. Skenario yang dibuat diperlukan untuk melihat setiap kemungkinan kombinasi level-faktor yang terjadi. Jika terdapat banyak faktor dan level, jumlah skenario yang terbentuk akan sangat banyak.

Penggunaan *Taguchi method* diperlukan untuk menemukan kombinasi faktor-level yang bersifat *robust* tak terpengaruh oleh faktor-faktor pengganggu. Dengan penggunaan *Taguchi method*, diharapkan agar perusahaan dapat mengontrol faktor-faktor kendali untuk mengetahui kombinasi faktor-faktor yang menghasilkan performa optimal serta meminimalisir terjadinya cacat *Product collapse*. Produk yang dirancang dengan menggunakan *Taguchi method* ini akan memberikan kinerja yang lebih konsisten, dalam hal ini adalah kestabilan proses pembungkusan film plastik terhadap produk *bundle*.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Penelitian dilakukan berdasarkan adanya permasalahan yang saat ini dihadapi oleh perusahaan yaitu adalah cara meningkatkan kualitas dan mengurangi tingkat cacat produk pasta gigi dengan penerapan metode *six sigma*.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berikut ini adalah tujuan dilakukannya penelitian ini, yaitu :

1. Mengidentifikasi karakteristik kualitas produk Pasta Gigi PSD 225 gram
2. Mengetahui kinerja proses produksi Pasta Gigi PSD 225 gram
3. Menganalisa faktor-faktor penyebab terjadinya cacat produk Pasta Gigi PSD 225 gram
4. Mengetahui kombinasi optimum faktor serta alternatif perbaikan untuk meningkatkan kualitas produksi dengan menggunakan metode *Design of Experiment*.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Berikut ini adalah manfaat dari penelitian ini, yaitu :

1. Memberikan nilai sigma sebagai bentuk kontrol terhadap kinerja produksi Pasta Gigi PSD 225 gram.
2. Memberikan informasi yang berguna terkait faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas produk dan penyebabnya
3. Memberikan rekomendasi perbaikan yang dapat digunakan untuk *improvement* perusahaan.

## **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Sub-bab ruang lingkup penelitian menjelaskan mengenai batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian.

#### 1.5.1 Batasan

Batasan permasalahan dari penelitian ini adalah :

1. *Production site* dari perusahaan yang dijadikan objek amatan hanya mencakup area Rungkut Industri Surabaya.
2. Penelitian yang dilakukan hanya samai pada fase *improve*, sedangkan untuk fase *control* tidak dilakukan.

#### 1.5.2 Asumsi

Asumsi dari penelitian ini adalah :

1. Kebijakan perusahaan, baik itu terkait produksi maupun parameter kualitas produk, tidak mengalami perubahan selama penelitian dilakukan. (Pemenuhan spesifikasi produk tidak berubah)

### 1.6 Sistematika Penulisan

Pada sub bab sistematika penelitian ini akan dijelaskan mengenai sistematika penulisan penelitian, antara lain:

#### BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab 1 ini dijelaskan mengenai hal yang menjadi dasar dilakukannya penelitian. Adapun beberapa hal yang menjadi dasar dilakukannya penelitian adalah latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan laporan penelitian.

#### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab 2 ini dijelaskan mengenai dasar teori dan ilmu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Tinjauan pustaka yang digunakan diharapkan dapat membantu penulis dalam menentukan metode serta penyelesaian masalah selama penelitian dilakukan.

#### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab 3 ini dijelaskan mengenai metodologi penelitian yaitu tentang tahapan yang dilalui dalam pelaksanaan penelitian. Tahapan-tahapan dalam penelitian digunakan sebagai dasar penelitian agar dapat berjalan secara sistematis dan terarah.

#### **BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab 4 ini dijelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data. Data yang telah dikumpulkan diolah untuk mendapatkan hasil kualitatif untuk menyelesaikan masalah penelitian yang dilakukan.

#### **BAB 5 ANALISIS DAN REKOMENDASI PERBAIKAN**

Pada bab 5 ini dijelaskan mengenai analisa dan perbaikan . Analisa dilakukan berdasarkan hasil dari pengolahan data yang selanjutnya dibahas secara mendalam dan berurutan. Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, rekomendasi perbaikan dapat dibentuk untuk menyelesaikan permasalahan yang ada pada perusahaan.

#### **BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab 6 ini dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran yang didapat selama dilakukan penelitian. Kesimpulan yang diberikan menjawab tujuan penelitian dilakukan. Saran yang diberikan merupakan rekomendasi perbaikan untuk perusahaan maupun penelitian agar menjadi lebih baik kedepannya.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab tinjauan pustaka ini akan dijelaskan mengenai tinjauan pustaka yang berkaitan dengan penelitian. Adapun dasar teori dan informasi yang digunakan untuk memecahkan masalah dalam penelitian yang digunakan antara lain tentang kualitas, *Six Sigma*, *Value Stream Mapping*, *Root Cause Analysis*, *Design of Experiment* *Taguchi Method*, serta ANOVA.

#### **2.1 Konsep Kualitas**

##### *2.1.1 Definisi Kualitas*

Menurut American Society for Quality Control, kualitas adalah keseluruhan ciri-ciri dan karakteristik-karakteristik dari suatu produk atau jasa dalam kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan yang telah ditentukan atau bersifat laten (lupiyadi, 2001:144). Kualitas juga sebagai dasar bisnis yang menghasilkan barang dan jasa yang memenuhi kebutuhan dan kepuasan konsumen internal dan eksternal, secara eksplisit dan implisit (Buddy, et al., 2002). Juran & Godfrey (1998) mendefinisikan kualitas menjadi dua defenisi, yaitu:

1. Kualitas adalah fitur-fitur produk yang memenuhi kebutuhan pelanggan dan dengan demikian memberikan kepuasan pelanggan.
2. Kualitas adalah kebebasan dari kekurangan (*deficiencies*), kebebasan dari kesalahan yang membutuhkan pekerjaan ulang atau yang menghasilkan kegagalan di lapangan, ketidakpuasan pelanggan, klaim pelanggan, dsb.

Kualitas telah menjadi salah satu faktor keputusan yang paling penting bagi konsumen dalam pemilihan antara persaingan produk dan servis (Montgomery, 2009). Kualitas produk yang bagus adalah produk yang diterima di

pasar serta tidak memiliki cacat (defect), waste dan selalu dikonsumsi. Garvin (1987) menyediakan 8 dimensi kualitas, yaitu sebagai berikut:

1. *Performance* (Apakah produk melakukan pekerjaan sesuai yang diinginkan)
2. *Reliability* (Seberapa sering produk gagal)
3. *Durability* (Berapa lama produk dapat bertahan)
4. *Serviceability* (Seberapa mudah produk diperbaiki)
5. *Aesthetics* (Bagaimana tampilan produk)
6. *Features* (Apa yang dapat dilakukan produk)
7. *Perceived Quality* (Bagaimana reputasi dari perusahaan yang memproduksi produk tersebut)
8. *Conformance to Standards* (Apakah produk dibuat sesuai dengan desain yang dirancang)

Konsep kualitas yang biasa dikenal biasa dibagi menjadi tiga pendekatan. Pendekatan-pendekatan tersebut adalah pendekatan berbasis pengguna, pendekatan berbasis manufaktur, dan pendekatan berbasis produk. Pendekatan yang berbeda tersebut menunjukkan bahwa definisi kualitas bergantung terhadap *point of view*. Pendekatan kualitas berbasis pengguna beranggapan bahwa kualitas bergantung kepada audiens dan biasanya digunakan oleh konsumen dan orang-orang dari divisi *marketing*. Berbasis pengguna maksudnya adalah kualitas yang lebih tinggi berarti kinerja dan fitur yang lebih baik. Pendekatan yang kedua adalah berbasis manufaktur yang menunjukkan bahwa kualitas merupakan pemenuhan standar dan produk dibuat dengan benar sejak awal. Pendekatan ketiga yaitu berbasis produk yang menunjukkan bahwa kualitas merupakan variabel yang presisi dan dapat dihitung. Ketiga pendekatan tersebut kemudian dikembangkan untuk dapat menggabungkan ketiga pendekatan kualitas tersebut.

Peningkatan kualitas membantu perusahaan mereduksi biaya dalam tujuannya untuk meningkatkan keuntungan perusahaan. Peningkatan keuntungan kerap terjadi saat perusahaan mempercepat respon terhadap konsumen, termasuk

juga merendahkan harga jual sebagai hasil dari penjualan, serta meningkatkan nilai jual perusahaan dengan adanya produk-produk yang berkualitas.

### 2.1.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas bertujuan untuk menjaga dan memperbaiki kualitas produk dan menurunkan *cost of quality* secara keseluruhan. Terdapat dua pendekatan dalam pengendalian kualitas, yakni *on-line qualitycontrol* dan *off-line quality control*. *On-line qualitycontrol* merupakan pengendalian kualitas yang bersifat reaktif, dimana perbaikan langsung dilakukan ketika terjadi cacat pada saat proses produksi sedang berjalan. *Off-line quality control* merupakan pengendalian kualitas yang bersifat preventif, dimana berbagai aktivitas untuk menunjang *on-line qualitycontrol* dengan cara mendesain proses dan produk sebelum sampai pada proses produksi.

Permasalahan kualitas pada penelitian ini adalah tingginya tingkat cacat yang terjadi pada proses produksi. Dalam upaya memecahkan permasalahan kualitas, penggunaan *off-line quality control* menjadi hal yang sangat diperlukan, mengingat perusahaan adalah jenis perusahaan *fast moving consumer goods*. Taguchi membagi tiga bagian utama pada pendekatan off-line quality control (Ross, 1989), yaitu :

1. Desain Sistem

Desain Sistem merupakan tahap pertama dalam desain dan merupakan tahap konseptual pada pembuatan produk baru dan inovasi pada proses. Pada tahap ini diperlukan pengetahuan teknik yang baik serta pengalaman. Aktivitas desain sistem pada dasarnya adalah rekayasa desain untuk menggunakan teknologi yang sesuai.

2. Desain Parameter

Dalam tahap desain parameter dilakukan identifikasi setting parameter yang akan memberikan pengaruh paling minimum terhadap variasi dan menentukan pengaruh dari faktor tidak terkontrol pada variasi. Tujuan dari desain parameter ini adalah untuk melakukan *reduction cost* dan meningkatkan kualitas dengan cara pemakaian desain eksperimen.

Tahap desain parameter ini merupakan tahapan paling utama dari pendekatan off-line quality control. *Output* dari tahap ini adalah kombinasi level optimum dari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas.

### 3. Desain Toleransi

Desain toleransi merupakan proses kontrol terhadap faktor-faktor yang memiliki pengaruh terhadap permasalahan kualitas. Tahap ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan tanpa menaikkan ongkos. Desain terhadap toleransi dikaitkan dengan kerugian yang diakibatkan oleh cacat produk.

Pada pengendalian kualitas dengan desain, desain eksperimen diperlukan untuk menghitung faktor-faktor yang terlibat dalam kualitas proses produksi. Berkaitan dengan pengembangan desain eksperimen, penelitian dilakukan dengan menggunakan analisa variansi sebagai analisa desain eksperimen dalam meningkatkan kualitas proses dan produk. Pada awal masa desain eksperimen dilakukan, penelitian dilakukan dengan memperhatikan faktor-faktor yang dapat dikontrol, sedangkan faktor lain dianggap sebagai error. Error tersebut perlu untuk dilihat lebih teliti, sehingga pada era tahun 1980-an, Taguchi mengusulkan teknik untuk menekan error dengan lebih alami dengan tetap memperhitungkan faktor terkontrol (*control variable*) dan juga memasukkan faktor *dependent* (noise variable) ke dalam eksperimen yang dilakukan. Teknik tersebut selanjutnya dikenal sebagai *Taguchi's parameter design* atau lebih dikenal sebagai metode Taguchi. Metode Taguchi telah banyak digunakan pada lingkup industri di negara-negara maju seperti Jepang dan Amerika Serikat.

## 2.2 Konsep Six Sigma

Sigma menunjukkan standar deviasi dari suatu proses. Standar deviasi digunakan untuk mengukur variasi atau jumlah persebaran rata-rata suatu data. Nilai sigma ini digunakan untuk menunjukkan seberapa sering cacat mungkin terjadi. Semakin tinggi nilai sigma maka semakin kecil toleransi kecacatan dari suatu aktivitas, yang mana membuat semakin tinggi kapabilitas prosesnya. Hal ini



berarti bahwa semakin tinggi nilai sigma yang dimiliki oleh organisasi maka semakin baik pula performansi yang diberikan.

Dengan menyaring unsur-unsur kritis dari *Six sigma*, maka ada 6 tema yang dapat memberikan gambaran tentang bagaimana membuat *Six sigma* dapat bekerja pada bisnis (Pande, et al., 2000) yaitu :

1. Fokus yang sungguh-sungguh kepada pelanggan
2. Manajemen yang digerakkan oleh data dan perbaikan
3. Fokus pada proses, manajemen dan perbaikan
4. Manajemen proaktif
5. Kolaborasi tanpa batas
6. Dorongan untuk sempurna, toleransi terhadap kegagalan

#### 2.2.1 Fase Six Sigma

Secara umum, tahapan yang implementasi *six sigma* dilakukan dengan menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). DMAIC digunakan untuk meningkatkan proses bisnis yang telah ada sedemikian rupa sehingga mencapai *zero defect*. DMAIC dibagi menjadi 5 tahapan yaitu :

1. Tahap *Define* adalah tahap pendefinisian secara formal sasaran peningkatan proses yang konsisten dengan permintaan atau kebutuhan pelanggan dan strategi perusahaan.
2. Tahap *Measure* adalah tahap pengukuran kinerja proses pada saat sekarang (*baseline measurement*) agar dapat dibandingkan dengan target yang ditetapkan. Dalam tahap ini dilakukan proses dan pengumpulan data yang berkaitan dengan indikator kinerja kunci (*Key Performance Indicators*).
3. Tahap *Analyze* adalah tahap analisa hubungan sebab-akibat berbagai faktor yang dipelajari untuk mengetahui faktor-faktor dominan yang perlu dikendalikan.
4. Tahap *Improve* adalah tahap optimalisasi proses menggunakan berbagai analisis, misalnya seperti *Design of Experiments* (DOE), untuk mengetahui dan mengendalikan kondisi optimum proses.

5. Tahap *Control* adalah tahap penegendalian terhadap proses secara kontinyu untuk meningkatkan kapabilitas proses menuju target *six sigma*.

#### 2.2.2 *Defect Per Million Opportunities (DPMO)*

*Defect* adalah semua kejadian atau peristiwa dimana produk gagal memenuhi kebutuhan pelanggan ataupun tidak mampu memenuhi standar yang dibutuhkan oleh konsumen. *Defect Per Opportunity* (DPO) merupakan proporsi *defect* atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok dan menunjukkan jumlah *defect* yang akan muncul dalam satu juta kemungkinan (Pande, et al., 2000). Level *sigma* dari kinerja sering diekspresikan dalam DPMO. Tingkat pencapaian *sigma* menurut Gaspersz (2007) dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2. 1Tingkat Pencapaian *Sigma*

<i>Defects per Million Opportunity</i>	<i>Sigma Level</i>
691.462	1
308.538	2
66.807	3
6.210	4
233	5
3,4	6

Sumber : Gaspersz, 2007

### 2.3 *Root Cause Analysis*

*RootCauseAnalysis* (RCA) merupakan sebuah metode pemecahan masalah yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu kegagalan atau permasalahan. Sebuah faktor dikatakan sebagai akar penyebab jika dengan menghilangkan faktor tersebut dapat mencegah timbulnya kegagalan atau permasalahan. RCA sering digunakan sebagai sebuah metode reaktif yang dilakukan setelah terjadinya sebuah kegagalan. RCA yang baik adalah RCA yang dilakukan secara sistematis sebagai bagian dari identifikasi permasalahan disertai dengan kesimpulan akar penyebab dengan bukti dokumentasi. RCA dapat dilakukan dengan pendekatan *CauseandEffectDiagram* yang dirancang untuk mengidentifikasi penyebab dari sebuah masalah bersamaan dengan membuat

hubungan kausal sebab-akibat. Ishikawa (1982) mengembangkan langkah-langkah *Cause and Effect Diagram* dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Tentukan permasalahan yang ingin dianalisis
- b. Gambar sebuah anak panah dari kiri ke kanan dan tuliskan permasalahan utama yang ingin dianalisis di sebelah kanan anak panah. Anak panah ini selanjutnya akan menjadi anak panah utama.
- c. Tentukan faktor atau penyebab yang mungkin dapat menyebabkan permasalahan utama tadi timbul. Gambar anak panah lain untuk setiap faktor, mengarah ke anak panah utama.
- d. Tentukan faktor-faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya permasalahan yang sudah ditentukan pada langkah c. Gambarkan anak panah lain yang lebih kecil mengarah ke anak panah pada langkah c.

Selain *cause and effect diagram*, RCA juga dapat dilakukan dengan pendekatan iteratif 5 *whys*, dengan prosedur sebagai berikut:

1. Tentukan permasalahan yang ingin diketahui penyebabnya. Permasalahan dideskripsikan sedetail dan selengkap mungkin sehingga analisa yang akan dilakukan menjadi lebih fokus.
2. *Why?* Mengapa permasalahan tersebut terjadi.
3. Jika jawaban dari pertanyaan tersebut (langkah 2) belum mampu mengidentifikasi akar penyebab dari permasalahan yang terjadi, maka ulangi langkah kedua hingga didapatkan kesimpulan yang diinginkan.
4. Langkah 2 dan 3 akan terus diulangi sampai semua anggota tim yang bersangkutan mencapai kesepakatan tentang akar penyebab dari permasalahan yang timbul. Pengulangan (langkah 2 dan 3) yang terjadi dapat kurang atau bahkan lebih dari 5 kali.

## **2.4 Taguchi Method**

Pada penjelasan konsep *Design of Experiment* (DOE) Metode Taguchi dibagi menjadi prinsip DOE metode Taguchi, keuntungan penggunaan DOE metode Taguchi, dan langkah-langkah pengerjaan DOE metode Taguchi.

#### 2.4.1 Prinsip DOE Metode Taguchi

Metode Taguchi digagas pertama kali oleh Dr. Genichi Taguchi sebagai *tools* untuk mengendalikan kualitas. Dalam penelitiannya, Dr. Genichi Taguchi menggunakan desain percobaan yaitu rancangan *fractional factorial*.

Ide atau gagasan dari Dr. Genichi Taguchi mengenai quality engineering telah digunakan selama beberapa tahun di Jepang. Pada tahun 1980-an ide Taguchi mengenai desain eksperimen telah diperkenalkan di dunia barat. Sasaran quality engineering adalah merancang kualitas ke dalam tiap-tiap produk dan proses yang sesuai. Usaha peningkatan kualitas ini dikenal sebagai metode *off-line quality control*.

Metode Taguchi merupakan perbaikan kualitas dengan metode percobaan “baru”, artinya melakukan pendekatan lain yang memberikan tingkat kepercayaan yang sama dengan SPC (Statistical Proses Control). Metode *off-line* Taguchi sangat efektif dalam peningkatan kualitas dan juga mengurangi biaya. Rekayasa kualitas yang diusulkan Taguchi bertujuan agar performansi produk/prosesnya tidak sensitif atau tangguh terhadap faktor yang sulit dikendalikan

Versi *Design of Experiments (DOE)* dengan pendekatan *Taguchi Method* diperkenalkan pada tahun 1980-an di USA. Pendekatan tersebut digunakan dalam menyelesaikan masalah dan mengoptimalisasi produk atau proses (Roy, 2004). Terdapat beberapa syarat menggunakan DOE untuk meningkatkan efektifitas, yaitu:

1. *Overall application goal.*

Optimalisasi desain produk dan proses, *multiple factors* (seperti variable, bahan, parameter), dan penyelesaian masalah dengan melakukan investigasi (*Overall application goals*).

2. *Spesific objectives.*

Mengetahui dan menentukan pengaruh *individual factors* terhadap performansi. Juga mampu menentukan faktor-faktor dengan *tighter*

*tolerance* dan *relaxed tolerance*. Sehingga informasi tersebut mampu mengalokasikan *quality assurance resource* berdasarkan data.

Dalam penggunaan metode Taguchi digunakan prinsip *Orthogonal Array* dan *signal-to-noise ratio*. Berikut adalah penjelasan tentang prinsip *Orthogonal Array* dan *signal-to-noise ratio*.

#### 2.4.1.1 *Orthogonal Array*

Dr. Genichi Taguchi menyusun Orthogonal Array (OA) untuk tata letak eksperimennya. Tabel OA dapat digunakan untuk menentukan kontribusi setiap faktor yang berpengaruh terhadap kualitas dan dapat diketahui tingkat faktor yang memberikan hasil yang optimal. Dengan OA untuk tata letak eksperimennya, maka tidak semua perlakuan dijalankan atau dengan kata lain, runnya dapat dipersingkat sehingga biaya, waktu dan materi percobaan dapat dikurangi.

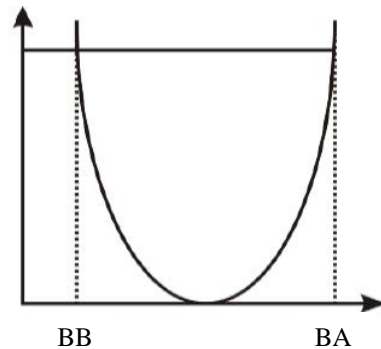
Keuntungan OA adalah kemampuan untuk mengevaluasi beberapa faktor dengan jumlah run sedikit. Jika pada percobaan terhadap 4 faktor dengan 3 taraf, menggunakan percobaan faktorial penuh akan diperlukan  $3^4$  percobaan. Dengan OA akan dapat dikurangi *run* yang dilakukan sehingga akan mengurangi waktu dan biaya. OA telah menyediakan berbagai matriks untuk pengujian faktor-faktor dengan dua dan tiga taraf dengan kemungkinan pengembangan untuk pengujian *multiple taraf*.

#### 2.4.1.2 *Signal-to-Noise Ratio*

*Signal to Noise Ratio (S/N)* digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi variasi suatu respon. Taguchi menciptakan transformasi dari pengulangan data ke nilai lain yang merupakan ukuran dari variasi yang ada. Transformasinya adalah *signal to noise ratio* atau rasio S/N. Perhitungan Rasio S/N yang dilakukan tergantung dari karakteristik mutu yang dituju. Karakteristik kualitas adalah hasil dari proses yang berkaitan dengan kualitas. Taguchi membagi karakteristik kualitas menjadi 3 kategori, yaitu:

1. *Nominal is Better*

Merupakan karakteristik kualitas dengan nilai yang dapat positif maupun negatif. Contoh: ketebalan, berat, tekanan, temperatur, dimensi produk, dan sebagainya.



Gambar 2.1 Diagram *Nominal is Better*

Berikut ini adalah rumus untuk mengetahui nilai S/N untuk karakteristik kualitas *Nominal is Best*, yakni :

$$S/N \text{ Ratio} = 10 \log_{10} \frac{\mu^2}{\sigma^2} \dots\dots\dots (1)$$

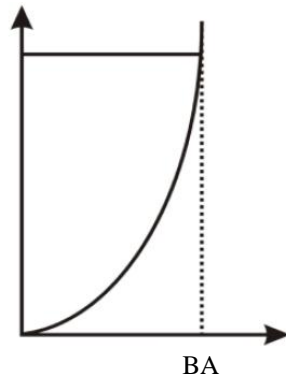
$$Y \text{ average} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \dots\dots\dots (2)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2 \dots\dots\dots (3)$$

- dengan :
- n                = banyaknya ulangan dalam tiap eksperimen
  - y                = nilai pada zetiap *run*
  - $Y_{\text{average}}$     = rata-rata dari setiap *run*
  - $\sigma^2$             = deviasi dari setiap *run*

## 2. *Lower is Better*

Merupakan karakteristik terukur non negatif dengan nilai ideal nol. Karakteristik dimana nilai dituju adalah suatu nilai terkecil. Contoh: jumlah produk cacat/gagal, pemborosan energi, kebisingan, limbah, dan lain-lain.



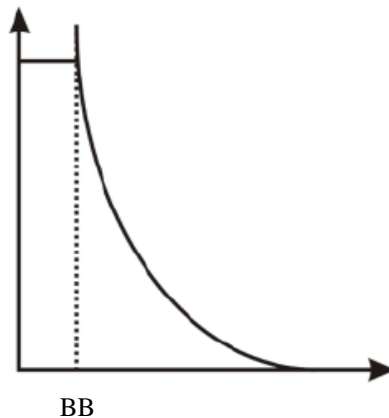
Gambar 2.2 Diagram *Lower is Better*

Pada *S/N Ratio*, perhitungan nilai  $Y_{\text{average}}$  dan  $\sigma^2$  sama seperti perhitungan *Nominal is Better*. Rumus mencari *S/N Ratio* untuk karakteristik kualitas *Lower is Better* adalah:

$$S/N \text{ Ratio} = -10 \log_{10} \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right] \dots \dots \dots (4)$$

### 3. *Higher is Better*

Merupakan karakteristik terukur dengan nilai non negatif dengan nilai ideal tak terhingga. Contohnya: kekuatan bangunan, ketahanan terhadap korosi, pemakaian bahan bakar per km, umur pemakaian produk, dan lainnya.



Gambar 2.3 Gambar *Higher is Better*

Pada *S/N Ratio*, perhitungan nilai  $Y_{\text{average}}$  dan  $\sigma^2$  sama seperti perhitungan *Nominal is Better*. Rumus mencari *S/N Ratio* untuk karakteristik kualitas *Higher is better* adalah:

$$S/N \text{ Ratio} = -10 \log_{10} \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right] \dots\dots\dots (5)$$

#### 2.4.2 Keuntungan DOE dengan Pendekatan Taguchi Method

DOE menggunakan pendekatan *Taguchi Method* membutuhkan perencanaan yang baik, tata letak dan hasil analisa dari eksperimen. Beberapa keuntungan DOE dengan Taguchi Approach, yaitu:

1. Perencanaan eksperimen dan perumusan masalah  
Pedoman melakukan perencanaan eksperimen adalah tetap disiplin dalam bekerja secara individu atau *work team*. Perencanaan eksperimen dan perumusan masalah membuat proyek lebih sukses
2. Tata letak eksperimen  
Tata letak dipengaruhi oleh harga dan ukuran eksperimen. Ukuran eksperimen dilakukan berdasarkan level dan faktor-faktor yang sudah distandarisasi.
3. Analisa data  
Analisa harus distandarisasi (dapat menggunakan *main effect*, NOVA dan *Optimum*). Analisa data untuk menentukan rekomendasi optimal.
4. Interpretasi hasil  
Pedoman yang jelas tentang *meaning of error term*.
5. *Overall advantage*

DOE menggunakan *Taguchi Method* ada untuk meningkatkan kualitas yang didefinisikan sebagai konsistensi dari performansi. Konsistensi dicapai ketika variasi dikurangi. Hal ini dapat dilakukan jika variasi rata-rata (*mean*) dari performansi dengan nilai target dikurangi. Eksperimen Taguchi digunakan untuk mengurangi variasi. Teknik tersebut berfokus untuk mencapai kualitas yang diinginkan.

#### 2.4.3 Langkah-langkah melakukan Taguchi Method

*Taguchi Method* digunakan untuk meningkatkan kualitas produk dan proses. Kualitas ditingkatkan ketika level tertinggi dari sebuah performansi sudah



konsisten. Level performansi menghitung kombinasi optimum dari semua faktor. Berikut adalah langkah-langkah melakukan DOE dengan metode Taguchi.

1. *Brainstorming*

*Brainstorming* merupakan kebutuhan pertama yang melibatkan individu dan proyek itu sendiri, dimana sebuah kebijakan didasarkan pada *group consensus* (1 orang-1 suara). Terdapat beberapa langkah melakukan *brainstorming*, yakni:

- Menentukan bagaimana kondisi sebelum dan setelah evaluasi. Jika terdapat lebih dari 1 kriteria evaluasi, kebijakan dari setiap kriteria ditimbang dan dikombinasi.
- Mengidentifikasi seluruh faktor yang mempengaruhi.
- Menentukan *factor level*.
- Menentukan faktor *noise* dan faktor *signal*.

2. Desain eksperimen

Menggunakan seluruh faktor dan level yang telah ditentukan pada tahap *brainstorming*, eksperimen sudah dapat didesain dan menentukan metode yang cocok. Terdapat beberapa langkah dalam mendesain eksperimen, yaitu:

- Memilih *orthogonal array* yang sesuai.
- Menetapkan faktor dan interaksi antar kolom.
- Menggambarkan setiap *trial condition*.
- Memutuskan *order* dan *repetiting trials*.

3. *Running Experiment*

Menjalankan eksperimen secara acak bila memungkinkan.

4. Analisa hasil

Sebelum analisa, data mentah harus dikombinasikan terhadap *evaluation criterion*. Analisa ditentukan berdasarkan:

- *The optimum design*
- Pengaruh dari setiap faktor
- Performansi saat kondisi optimal dan *confidence interval*.

## 2.5 ANOVA

Anova adalah sebuah prosedur statistik yang membandingkan rata-rata dari beberapa sampel. Anova diartikan sebagai perpanjangan dari *t-test* untuk 2 sampel independen atau lebih (Ostertagova & Ostertag, Methodology and Application of One-way ANOVA, 2013). ANOVA juga penting dalam melakukan penyelidikan dan analisis data konfirmasi (Gelman, 2005). Untuk melakukan test ANOVA, dibutuhkan beberapa asumsi, yakni:

- Observasi bersifat independen.
- Observasi berdistribusi normal.
- Variasi dari setiap populasi sama.

Dalam pelaksanaan Design of Experiment menggunakan Taguchi Method, metode ANOVA digunakan untuk menentukan faktor yang paling berpengaruh ke parameter eksperimen.

### 2.5.1 *Analisa of Variance (ANOVA) One-way*

*ANOVA One-way* adalah teknik analisis *multivariate* yang berfungsi untuk membedakan rata-rata dari dua atau lebih kelompok dengan cara membandingkan variansinya. One-way ANOVA digunakan ketika data dibagi menjadi grup berdasarkan 1 faktor saja (Ostertagova & Ostertag, Methodology and Application of One-way ANOVA, 2013). Interaksi antar faktor dalam mempengaruhi variabel bebas, dengan sendirinya pengaruh faktor-faktor secara mandiri telah dihilangkan.

### 2.5.2 *Analysis of Variance (ANOVA) Two-way*

*ANOVA Two-way*, juga dikenal sebagai *two-factor ANOVA*, digunakan untuk investigasi *simultaneous effects* dari 2 variabel nominal (kedua variabel tersebut disebut *factor*). Kedua faktor tersebut dapat mengambil nilai yang berbeda yang disebut dengan *level*. Kombinasi dari setiap faktor disebut dengan *treatment*. Pengaruh faktor didefinisikan sebagai hasil dari perubahan *level of the factor*, disebut dengan *main effect*.

*Two way* mengindikasikan 2 variabel yang bersifat *dependent variable*, dan setiap faktor memiliki 2 atau lebih *level*. Ada 3 hipotesa dalam melakukan two-way ANOVA ((Pandis, 2015):

1. Rata-rata sampel pada level pertama adalah sama, sama seperti one-way ANOVA (*row factor*).
2. Rata-rata sampel pada level kedua adalah sama, sama seperti one-way ANOVA (*column factor*).
3. Tidak ada interaksi antara 2 faktor. Tidak berinteraksi berarti faktor pertama mempengaruhi *dependent variable* di level kedua.

### 2.5.3 *Pooling Factor*

*Pooling factor* dilakukan untuk mengestimasi variansi error pada *Analysis of Variance* (ANOVA). Dalam *pooling factor*, faktor yang dianggap tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil eksperimen akan dihilangkan dan dianggap sebagai *error*. Variansi *error* dari faktor yang tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel respon akan diakumulasikan terhadap variansi *error* total. Dengan kata lain, faktor-faktor yang tidak signifikan terhadap pembentukan variabel respon akan dihilangkan untuk kemudian dilakukan lagi perhitungan ANOVA. *Pooling factor* dilakukan terus menerus hingga seluruh faktor didapatkan berpengaruh secara signifikan terhadap hasil eksperimen.

### 2.5.4 *Persentase Kontribusi*

Persentase kontribusi dilakukan untuk melihat faktor mana yang memiliki pengaruh terhadap hasil akhir eksperimen terbesar. Pengaruh diwujudkan dalam bentuk persentase, yang mana persentase paling besar adalah faktor yang paling berpengaruh terhadap respon eksperimen. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung nilai persentase kontribusi.

$$\begin{aligned} \text{Seq SS}'_{\text{faktor}} &= \text{Seq SS}_{\text{faktor}} - (\text{df} \times \text{Adj MS}_{\text{error}}) \dots\dots\dots(6) \\ \text{CL}_{\text{faktor}} &= \text{Seq SS}'_{\text{faktor}} / \text{Seq SS}_{\text{total}} \end{aligned}$$

### 2.5.5 *Confidence Interval*

*Confidence interval* merupakan nilai maksimum dan minimum dimana diharapkan nilai rata-rata sebenarnya akan tercakup dengan beberapa persentase kepercayaan tertentu.

$$CI_{SN} = \pm \sqrt{F.V \left( \frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{R} \right)} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana,

- $n_{eff}$  = jumlah replikasi efektif
- $R$  = jumlah repetisi pada eksperimen konfirmasi
- $F$  =  $F_{0.05;(1,DF_e)}$  = f ratio
- $V_e$  = variansi eror

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Pada metodologi penelitian akan dijelaskan mengenai alur pengerjaan penelitian. Tahapan pembuatan laporan disusun secara sistematis, terstruktur, dan terarah. Berikut ini adalah tahapan pengerjaan metodologi penelitian.

#### **3.1 Tahap Identifikasi Awal**

Tahap pendahuluan ini adalah tahapan awal dari penelitian tugas akhir. Pada tahap ini dilakukan beberapa aktivitas, yaitu studi pustaka, studi lapangan, identifikasi permasalahan, perumusan masalah, dan penentuan tujuan dari penelitian.

##### *3.1.1 Studi Lapangan*

Studi lapangan terlebih dahulu dilakukan untuk mengetahui kondisi permasalahan eksisting pada perusahaan serta data-data yang diperlukan untuk melaksanakan penelitian. Informasi terkait hal tersebut dapat diperoleh melalui pengamatan langsung, data historis, maupun wawancara dengan pihak terkait.

##### *3.1.2 Studi Pustaka*

Studi pustakan dilakukan untuk mendapatkan referensi terkait teori-teori yang dapat membantu penyelesaian permasalahan serta memberikan rekomendasi alternatif perbaikan yang dibutuhkan oleh perusahaan. Berbagai teori yang digunakan sebagai literatur berasal dari beberapa buku, jurnal, serta materi-materi perkuliahan yang berkaitan dengan topik penelitian.

##### *3.1.3 Identifikasi Permasalahan*

Berdasarkan hasil studi lapangan dan studi pustaka, langkah selanjutnya adalah identifikasi masalah. Identifikasi permasalahan bertujuan untuk mengetahui masalah yang ada di perusahaan, dalam hal ini permasalahan yang terjadi adalah jumlah produk cacat yang tinggi pada produksi pasta gigi PT XYZ.

#### 3.1.4 *Perumusan Masalah*

Berdasarkan hasil observasi identifikasi masalah, dilakukan perumusan masalah yang akan diselesaikan di perusahaan. Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana cara meningkatkan kualitas dan mengurangi jumlah produk cacat dengan penerapan *six sigma*.

#### 3.1.5 *Tujuan Penelitian*

Tahap selanjutnya adalah menentukan tujuan penelitian yang mengacu pada rumusan masalah sebagai fokus dari penelitian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi karakteristik kualitas produk, tingkat kemampuan proses produksi, analisa faktor-faktor penyebab terjadinya cacat produk, definisi standar kombinasi faktor optimum, serta penentuan alternatif perbaikan untuk produk Pasta Gigi PSD 225 gram.

### 3.2 **Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Pada tahap ini dilakukan beberapa aktivitas yaitu pengumpulan data perusahaan dan pengolahan data.

#### 3.2.1 *Pengumpulan Data Perusahaan*

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data dan informasi yang dibutuhkan untuk melaksanakan penelitian. Data yang dikumpulkan berupa data langsung hasil pengamatan, data hasil wawancara, serta data laporan perusahaan.

#### 3.2.2 *Define*

Tahap *Define* merupakan tahapan awal pada proyek Six Sigma. Pada tahap *Define* dilakukan pengamatan dan pendefinisian kondisi eksisting perusahaan. Berikut ini aktivitas yang dilakukan pada tahap *Define*.

##### a. Pembentukan Tim Proyek *Six Sigma*

Pembuatan tim proyek Six Sigma dilakukan untuk membagi peran masing-masing kepada orang-orang dari pihak perusahaan. Tim ini terdiri dari karyawan yang terlibat langsung dengan proses serta orang-orang penting sebagai penanggung jawab proyek.

b. Pemetaan Alir Proses Produksi

Pada tahap ini dilakukan pemetaan alir proses produksi sebagai langkah untuk mengetahui proses produksi secara lengkap. Pemetaan alir proses digunakan untuk melihat *big picture* dari proses produksi untuk objek yang telah ditentukan, yaitu Pasta Gigi PSD 225 gram. *Output* yang diinginkan adalah proses kritis yang perlu dilakukan *improvement*.

c. Penentuan Objek yang Dijadikan Fokus Improvement

Pada tahap ini dilakukan penentuan objek improvement, dalam kasus ini yaitu jenis cacat yang paling banyak terjadi. Berdasarkan proses kritis yang didapat dari hasil pemetaan alir proses produksi, akan dicari defect mana yang paling banyak terjadi.

### 3.2.3 Measure

Tahap *Measure* merupakan langkah lanjutan dari tahap *Define*. Pada tahap *measure* dilakukan pengukuran dan pengolahan data yang telah didapatkan sebelumnya. Berikut ini aktivitas yang dilakukan pada tahap *Measure*.

a. Identifikasi Karakteristik Kualitas

Objek yang telah dipilih akan ditetapkan karakteristik kualitasnya. Penetapan karakteristik kualitas ini dibuat berdasarkan kebutuhan spesifik dan standar perusahaan. Berdasarkan karakteristik kualitasnya, dibuat jenis cacat yang mungkin terjadi pada produk.

b. Penetapan Prioritas Perbaikan Kualitas

Jenis cacat yang ada akan dibuat urutan persentase cacat untuk mengetahui prioritas cacat yang kritis untuk diperbaiki. Penentuan jenis cacat kritis ini dilakukan dengan menggunakan *Pareto Chart*.

c. Pengukuran Baseline Kinerja

Pengukuran baseline kinerja dalam metode Six Sigma menggunakan satuan pengukuran *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan juga tingkat kapabilitas *Sigma* untuk kondisi sebelum *improvement*.

### 3.3 Tahap Analisa dan Perbaikan

Tahap ini bertujuan untuk menganalisis dan menginterpretasi data terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini juga diberikan rekomendasi perbaikan untuk proses improvement perusahaan. Berikut ini aktivitas yang dilakukan pada tahap *measure*.

#### 3.3.1 *Analyze*

Pada tahap *Analyze* dilakukan penentuan kapabilitas proses dengan menggunakan *Capability Process Index* (CPI) dan mengidentifikasi akar permasalahan. Berikut ini aktivitas yang dilakukan pada tahap *Analyze*.

a. Analisa Kapabilitas Proses

Analisa kapabilitas proses dibuat untuk mengetahui kapabilitas performansi yang dihasilkan sekarang, yaitu untuk melihat apakah proses mampu memenuhi batas-batas spesifikasi.

b. Analisa Akar Permasalahan Penyebab Cacat

Janis cacat kritis yang telah didefinisikan akan dicari sumber penyebab cacatnya dengan menggunakan *5 Whys Analysis*. Hasil akhir yang diharapkan adalah faktor-faktor paling dasar pembentuk jenis cacat.

#### 3.3.2 *Improve*

Pada tahap *Improve* dilakukan proses seleksi dan implementasi solusi. Berikut ini aktivitas yang dilakukan pada tahap *Improve*.

a. Penetapan Variabel Respon

Pada tahap ini ditetapkan variabel respon eksperimen sebagai *outputan* dari eksperimen yang dijalankan.

b. Penetapan Faktor *Noise*

Pada tahap ini dilakukan penetapan faktor-faktor gangguan yang mempengaruhi kinerja eksperimen dan output respon. Faktor noise ini merupakan faktor yang tidak dapat dikontrol pada saat eksperimen dijalankan dikarenakan mahal dan/atau mustahil untuk dikontrol.

c. Penetapan Faktor Kontrol



Pada tahap ini dilakukan persiapan untuk melaksanakan tahap eksperimen. Tahapan yang dilakukan adalah penetapan variabel-variabel eksperimen berdasarkan faktor yang didapat dari tahap analisa akar penyebab cacat. Kemudian akan ditentukan *factor level* dari setiap variabel-variabel yang ada. *Factor level* ini digunakan sebagai *setting* yang akan dikombinasikan dalam pelaksanaan eksperimen. Berdasarkan kombinasi *factor level*, dibuat jumlah eksperimen yang perlu dilakukan menggunakan prinsip tabel *orthogonal array*.

d. Pembuatan *Orthogonal Array*

Berdasarkan kombinasi faktor level, dibuat jumlah eksperimen yang perlu dilakukan menggunakan prinsip tabel *orthogonal array*.

e. Tahap Eksperimen

Eksperimen dilakukan sesuai setting dan jumlah eksperimen yang telah ditentukan pada tahap *Pre-Experiment of Design*. Eksperimen dilakukan selama satu shift produksi, yaitu selama 8 jam kerja.

f. Perhitungan *S/N Ratio*

Setelah dilaksanakan eksperimen, dilakukan analisa terhadap persebaran data dengan menggunakan *S/N Ratio* untuk didapatkan variabel-variabel yang berkontribusi pada pengurangan variansi.

g. Kombinasi Optimum dan Analisa *Mean Effect Level Factor*

Perhitungan *S/N Ratio* menggunakan *Mean Square Deviation* (MSD) dengan karakteristik kualitas *lower the better* untuk mengetahui pengaruh masing-masing faktor dan interaksi terhadap sebaran yang dihasilkan.

h. *Analysis of Variance* (ANOVA)

ANOVA digunakan untuk menganalisa kontribusi antar variabel agar akurasi perkiraan model dapat ditentukan. Faktor ANOVA untuk suatu matrik *Orthogonal* yang dilakukan berdasarkan perhitungan masing-masing variabel eksperimen. Setelah dilakukan ANOVA, dilakukan Uji hipotesis untuk membuktikan adanya pengaruh antara perbedaan *factor level* seluruh faktor terhadap variabel yang diamati.

i. *Pooling Factor* ANOVA

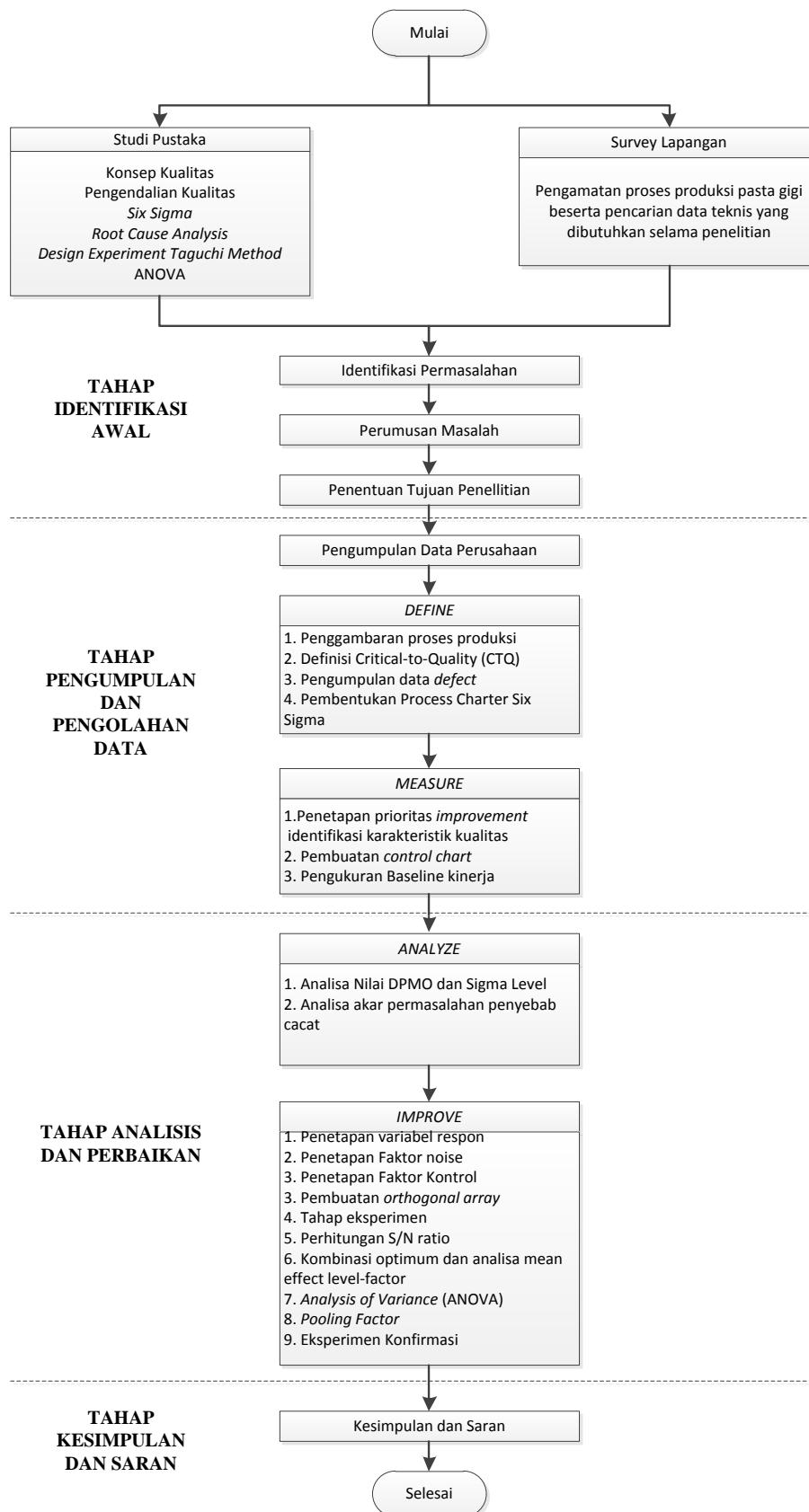
*Pooling factor* dilakukan untuk mengestimasi variansi *error* pada ANOVA.

j. Eksperimen Konfirmasi

Perbandingan kondisi eksisting dan kondisi perbaikan digunakan Eksperimen Konfirmasi. Dalam Eksperimen Konfirmasi ini akan dilakukan uji terhadap variabel sesuai dengan *factor level* optimum yang telah didapatkan. Pada Eksperimen Konfirmasi ini dilakukan percobaan untuk memeriksa kesimpulan yang didapatkan serta untuk memverifikasi dugaan terhadap penentuan variabel eksperimen dan perancangan *factor level* optimum berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan.

### **3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran**

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan. Kesimpulan dibuat berdasarkan tujuan yang telah ditentukan di awal beserta serangkaian penelitian yang telah dilakukan. Sedangkan saran dibuat untuk memperbaiki penelitian yang akan dilakukan selanjutnya. *Flow chart* yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 4

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bagian ini data-data akan dikumpulkan dan kemudian akan dijalankan tahap *Define* dan *Measure*. Hal-hal yang dilakukan dalam pengolahan data adalah pembuatan aliran proses produksi dan penghitungan nilai *sigma*.

#### *Define*

Tahap *Define* merupakan tahapan awal pada proyek Six Sigma. Pada tahap *Define* dilakukan pengamatan dan pendefinisian kondisi eksisting perusahaan. Pada tahap ini dibuat penggambaran proses produksi, pendefinisian *critical-to-quality*, pengumpulan data *reject*, dan *form project six sigma*.

##### *4.1.1 Penggambaran Proses Produksi*

Pada tahap ini dilakukan pemetaan alir proses produksi sebagai langkah untuk mengetahui lebih jelas proses produksi secara lengkap dengan menggunakan *flow process diagram*.

Proses produksi Pasta Gigi 225 gram dibagi menjadi proses *Paste Mixing*, *Tube Filling*, *Cartoning*, *Wrapping*, dan *Cardboard Packing*. Produksi dilakukan dalam satu lini produksi dengan masing-masing proses dilakukan dengan menggunakan mesin. Peralatan dan mesin yang digunakan untuk pembuatan Pasta Gigi 225 gram dibedakan dalam dua area, yakni *processing area* dan *packing area*. *Processing area* adalah tempat proses pembuatan pasta dilakukan. Segala proses kimia pengolahan bahan baku menjadi pasta dilakukan di area ini. Berikut ini adalah mesin produksi yang terdapat pada *processing area*.

- 1) *Powder Container*

Wadah/tanki untuk menyimpan bahan baku pembuatan Pasta Gigi. Bahan baku yang disimpan didalamnya berupa bahan baku bubuk/*powder*.

- 2) *Measurement Tank*

Wadah/tanki untuk menimbang bahan baku yang akan diproses. Wadah ini memiliki sinyal yang digunakan untuk menjaga agar bahan baku yang digunakan dalam sebuah proses dapat sesuai takaran.

3) *Liquid Container*

Wadah/tanki untuk menyimpan bahan baku pembuatan Pasta Gigi yang berupa cairan/*liquid*.

4) *Store Tank*

Wadah/tanki yang digunakan untuk menampung bahan baku yang akan disalurkan ke *mixer tank* untuk diproses menjadi pasta.

5) *Mixer*

Wadah/tanki untuk mengolah bahan baku menjadi olahan pasta. Bahan-bahan baku dicampur untuk dimasak dan diaduk dengan menggunakan adukan besar bernama *scraper*.

6) *Compartment Tank*

Wadah/tanki untuk menyimpan pasta hasil proses mesin *mixer*.

Area produksi yang selanjutnya adalah *packing area*. Area ini merupakan tempat dilakukannya proses *tube filling*, *cartoning*, *wrapping*, dan *cardboard packing*. Produk Pasta Gigi yang telah jadi akan di-*assembly* dengan kemasan, untuk kemudian dikirim ke area *finished goods storage*. Berikut ini adalah mesin yang diletakkan pada *packing area*.

1) *Filling Unit*

Mesin yang digunakan untuk menyalurkan pasta dari *compartment tank* dan mengisinya ke dalam *tube* Pasta Gigi.

2) *Cartoning Unit*

Mesin yang berfungsi untuk menyiapkan karton pembungkus dan memasukkan *tube* Pasta Gigi ke dalam karton pembungkus tersebut.

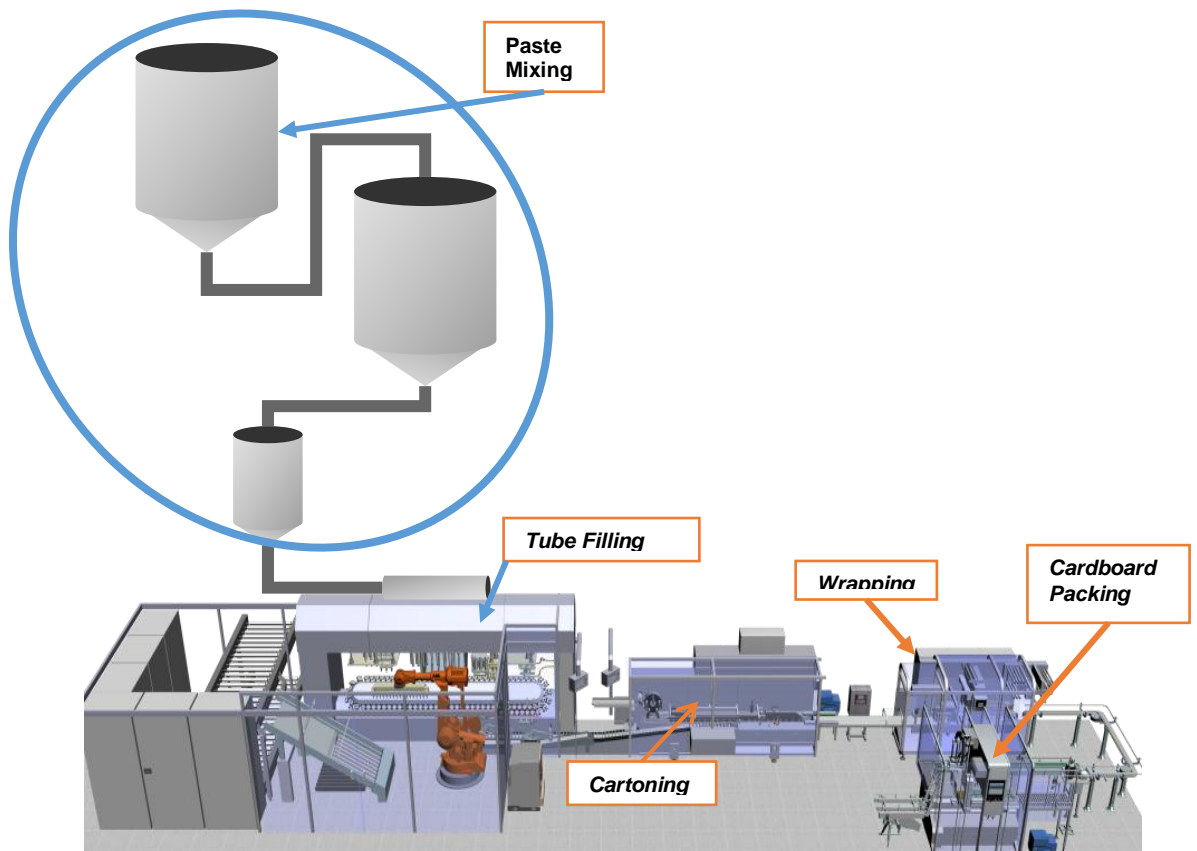
3) *Wrapping Unit*

Mesin yang berfungsi untuk menumpuk karton-karton yang telah terisi oleh *tube*, serta membungkus tumpukan karton tersebut dengan film transparan pembungkus. Tumpukan karton yang telah terbungkus ini disebut *product bundle*.

#### 4) *Packing Unit*

Mesin yang digunakan untuk mengatur dan memasukan *product bundle* hasil *wrapping* ke dalam kardus/*cardboard*.

Seperti yang telah diketahui bahwa proses produksi Pasta Gigi PSD 225 gram dibagi menjadi proses *Paste Mixing*, *Tube Filling*, *Cartoning*, *Wrapping*, dan *Cardboard Packing*. Berikut ini adalah ilustrasi proses produksi Pasta Gigi PSD 225 gram.

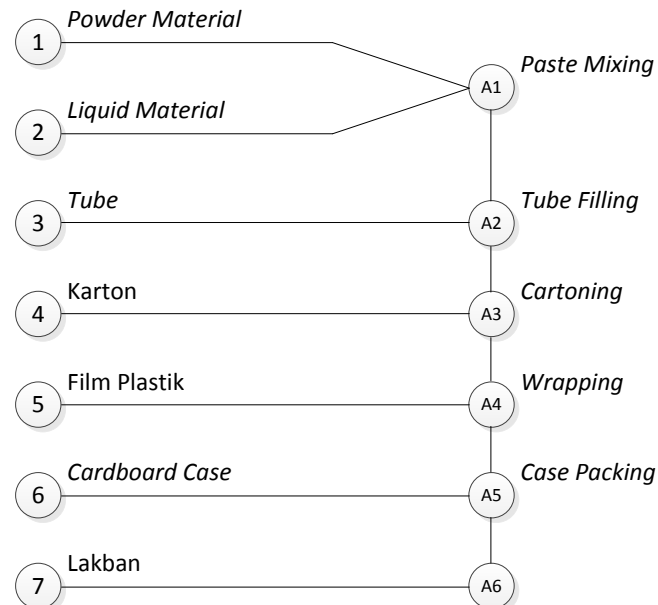


Gambar 4. 1Ilustrasi Proses Produksi Pasta Gigi PSD 225 gram

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa proses *paste mixing* terletak pada area yang berbeda dengan proses lain. Proses *tube filling*, *cartoning*, *wrapping*, dan *cardboardpacking* terletak pada *packing area*.

Untuk lebih jelas akan disajikan *operation process chart* produksi Pasta Gigi 225 gram PT XYZ pada LAMPIRAN I.

Berikut ini merupakan *assembly chart* dari proses produksi Pasta Gigi 225 gram.



Gambar 4. 2Assembly Chart Produksi Pasta Gigi PSD 225 gram

#### 4.1.2 Definisi Critical-to-Quality (CTQ)

Pada tahap ini dilakukan pendefinisian *critical-to-quality* (CTQ) untuk masing-masing proses produksi Pasta Gigi PSD 225 gram. Critical-to-Quality (CTQ) dari masing-masing proses perlu diketahui dalam kaitannya untuk melihat atribut-atribut output yang dihasilkan dari masing-masing proses. Berikut ini merupakan rekap dari CTQ yang dihasilkan berdasarkan observasi pada Tabel 4.1 dan perbandingan antara produk *defect* dan standar perusahaan dapat dilihat pada LAMPIRAN II.



Tabel 4. 1Rekap Critical-to-Quality (CTQ) pada Produksi Pasta Gigi PSD 225 gram

No	Proses	Jenis Defect	Keterangan
1	<i>Paste Mixing</i>	-	-
2	<i>Tube Filling</i>	<i>Volume Down</i> (VD)	Volume pasta yang diisikan pada tube kurang dari standar, sehingga massa <i>tube</i> kurang dari standar yang diberikan.
3	<i>Cartoning</i>	<i>Sideflap</i> tutup karton (SF)	Sisi samping (sisi penutup) karton terbuka diakibatkan karena lem tidak teroles dengan baik. Hal ini dapat mengakibatkan proses side sealing pada proses <i>wrapping</i> tidak dapat dilakukan.
		<i>Skewness</i> (SK)	Ketidaksimetrian bentuk karton yang oleh karena pelipatan karton tidak sempurna. Hal ini dapat mengakibatkan karton yang ditumpuk berbentuk miring.
4	<i>Wrapping</i>	Permukaan film Tidak Rata (PTR)	Permukaan film pembungkus yang tidak rata diakibatkan oleh kesalahan pada proses pembungkusan. Hal ini juga dapat berpengaruh terhadap permukaan karton produk didalamnya
4	<i>Wrapping</i>	Karton Penyok (KP)	Karton produk penyok diakibatkan oleh kesalahan proses <i>product bundling</i> .
		<i>Product Collapse</i> (PC)	Tumpukan produk jatuh diakibatkan oleh film pembungkus yang terlepas/gagal terbungkus dengan benar.

Tabel 4. 1Rekap Critical-to-Quality (CTQ) pada Produksi Pasta Gigi PSD 225 gram

No	Proses	Jenis Defect	Keterangan
		<i>Surface Tear</i> (ST)	Tensi tarikan permukaan yang terlalu tinggi pada saat proses pembungkusan menyebabkan film pembungkus robek.
		Film Pembungkus Nyangkut (FN)	Film pembungkus tergeser sehingga menyebabkan film pembungkus menyangkut dengan film pembungkus selanjutnya.
5	<i>Case Packing</i>	Tutup Case Terbuka (CT)	Case kardus tidak dapat tertutup dikarenakan <i>seal</i> lakban tidak menempel dengan sempurna.

Sumber: Hasil Observasi

#### 4.1.3 Pengumpulan Data Defect

Pada tahap ini dilakukan observasi terhadap kinerja proses produksi pasta gigi PSD 225 gram berdasarkan CTQ yang telah ditentukan. Observasi dilakukan dengan membandingkan target produksi dengan jumlah output riil produksi akhir serta jumlah *defect* yang terjadi, disesuaikan dengan CTQ yang telah ditentukan. Berikut ini adalah rekap data reject berdasarkan observasi di perusahaan.

Tabel 4. 2Rekap Data Defect

Sub grup No.	Target Produksi	Output Riil	Jumlah Defect								
			VD	SF	SK	PTR	KP	PC	ST	FN	CT
1	5000	4685	35	16	17	0	19	222	0	4	3
2	6000	5620	42	19	21	0	22	268	0	4	3
3	6000	5652	39	17	19	2	18	245	0	4	3
4	6000	5712	32	14	16	0	17	203	0	3	3
5	7000	6580	47	21	23	1	22	297	0	5	4
6	6000	5616	43	19	21	2	20	270	0	4	3
7	5000	4750	28	13	14	2	13	176	0	3	2
8	5000	4615	43	19	21	2	20	269	2	4	3
9	6000	5634	41	18	20	2	19	258	0	4	3
10	6000	5406	66	30	33	4	31	418	1	7	5
11	7000	6649	39	18	19	2	18	247	0	4	3
12	7000	6369	70	32	35	4	33	445	1	7	6
13	6000	5526	53	24	26	3	25	334	1	5	4
14	6000	5514	54	24	29	1	26	342	1	6	4
15	5500	5150	39	17	19	2	18	246	0	4	3
16	7000	6518	53	24	26	1	27	339	1	5	4
17	6500	6214	32	14	16	0	17	201	0	3	3
18	5000	4637	40	18	20	0	21	256	0	4	3
19	5500	5253	27	12	14	1	13	174	0	3	2
20	6500	5903	66	30	33	4	31	421	1	7	5
21	6000	5412	65	29	32	4	31	414	1	7	5
22	6000	5352	72	32	36	4	34	456	1	7	6
23	7000	6496	56	25	28	3	27	355	0	7	5
24	6000	5616	43	19	21	2	20	270	0	4	3
25	6500	6032	52	23	26	3	25	329	1	5	4
26	5500	5000	55	25	27	3	26	352	1	6	4
27	6000	5616	43	19	21	2	20	270	0	4	3

28	5000	4725	31	14	15	2	14	194	0	3	2
29	6000	5604	44	20	22	2	21	279	0	5	4
30	5000	4730	30	14	15	2	14	190	0	3	2
31	5000	4722	31	14	15	2	15	196	0	3	2
32	6000	5568	48	22	24	3	23	304	0	5	4
33	6500	5974	58	26	29	3	28	371	1	6	5
34	5000	4599	45	20	22	2	21	283	0	5	4
35	5000	4640	40	18	20	2	19	253	0	4	3
36	6000	5424	64	29	32	3	30	406	1	7	5
37	7000	6299	78	35	39	1	40	494	1	8	6
38	5000	4571	48	21	24	1	25	302	0	5	4
39	6000	5532	52	23	26	1	27	329	1	5	4
40	6000	5650	39	18	19	0	18	249	0	4	3
TOTAL	236500	219562	1880	847	934	78	911	11926	19	194	151

Sumber: Hasil Observasi Perusahaan (2016-2017)

#### 4.1.4 Pembentukan Project Charter Six Sigma

Pembuatan *project charter Six Sigma* dilakukan untuk mengidentifikasi berbagai hal terkait proyek *Six Sigma* yang dilakukan, yaitu kriteria pemilihan proyek serta peran dan tanggung jawab masing-masing orang dalam tim proyek *Six Sigma*. Berikut ini merupakan project charter Six Sigma untuk Pasta Gigi PSD 225 gram.

Tabel 4. 3 *Project Charter Six Sigma*

<p style="text-align: center;">PROYEK SIX SIGMA</p> <p style="text-align: center;">Produksi Pasta Gigi PSD 225 gram</p>
<p><b>Pernyataan Masalah</b></p> <p>Terdapat klaim bahwa produk <i>defect</i> merupakan permasalahan yang sering terjadi di perusahaan. Kesadaran bahwa PT XYZ merupakan jenis perusahaan Fast Moving Consumer Goods (FMCG) mendorong perusahaan untuk dapat melakukan aktivitas <i>improvement</i> untuk dapat memberikan hasil yang terbaik kepada konsumen.</p> <p><b>Pernyataan Tujuan</b></p> <p>Meminimalkan jumlah defect yang terjadi dalam produksi Pasta gigi PSD 225 gram dan memberikan usulan perbaikan kualitas proses produksi.</p> <p><b>Kendala</b></p> <p>Penelitian dilakukan dalam waktu yang terbatas sehingga implementasi alternatif tidak bisa dilanjutkan dalam fase <i>control</i> sesuai framework DMAIC.</p> <p><b>Petunjuk</b></p> <p>Penelitian dilakukan dengan observasi dan pengambilan data perusahaan, kemudian dilakukan analisa untuk mendapatkan dan mengimplementasikan solusi yang tepat dengan metode <i>Six Sigma</i>.</p>

Tabel 4. 3 *Project Charter Six Sigma*

<b>Angota</b>		
<b>Nama</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Peran</b>
Fajar Widodo	Pillar Project Leader	Penanggung jawab besar atas proyek yang dilakukan.
Taufiq Ishkar	Manajer Produksi	Membimbing, memberikan informasi penting terkait permasalahan, mempersiapkan kebutuhan-kebutuhan selama proyek.
Maulana Sucahyo	Supervisor Produksi	Membimbing dan melakukan koordinasi dengan asisten supervisor dalam melakukan observasi.
Handik, Wira, Yusuf	Asisten Supervisor	Membimbing observasi lapangan dan pelaksanaan eksperimen.
Operator Masing-masing Proses		Sumber observasi dan eksekusi lapangan
Alfonsus Sasando	Peneliti	Melakukan observasi dan analisa permasalahan pada proses wrapping, pencatatan data lapangan, serta memberikan alternatif perbaikan.
<b>Rencana Awal Proyek</b> <p>Manajemen waktu proyek dilakukan untuk dapat mencapai tujuan sesuai waktu yang ditentukan. Berikut adalah jangka waktu penyelesaian setiap tahap dalam proses DMAIC.</p> <p>1. Define : 5 Februari 2017</p> <p>2. Measure : 1 April 2017</p> <p>3. Analyze : 10 Mei 2017</p> <p>4. Improve : 5 Juni 2017</p>		

Pembuatan project charter didasarkan pada formulir pemilihan proyek *Six Sigma* yang telah dibuat. Formulir pemilihan yang diisi pada saat awal memulai proyek *Six Sigma* dapat dilihat pada LAMPIRAN III.

### **Measure**

Tahap *Measure* merupakan langkah lanjutan dari tahap *Define*. Pada tahap *measure* dilakukan pengukuran dan pengolahan data yang telah didapatkan sebelumnya. Berikut ini aktivitas yang dilakukan pada tahap *Measure*.

#### **4.1.5 Penetapan Prioritas Improvement**

Sebelum menentukan prioritas, dilakukan perhitungan jumlah defect untuk mempermudah dalam menetapkan prioritas *improvement*. Berikut ini merupakan rekap perhitungan jumlah defect berdasarkan jenisnya.

Tabel 4. 4Rekap Perhitungan Jumlah Masing-masing Jenis *Defect*

No.	Proses	Jenis <i>Defect</i>	Jumlah (bundle)
1	<i>Tube Filling</i>	<i>Volume Down</i>	1880
2	<i>Cartoning</i>	<i>Sideflap</i> Tutup Karton	847
		<i>Skewness</i>	934
3	<i>Wrapping</i>	Permukaan Tidak Rata	78
		Karton Penyok	911
		<i>Product Collapse</i>	11926
		<i>Surface Tear</i>	19
		Film Pembungkus Nyangkut	194
4	<i>Case Packing</i>	Tutup <i>Case</i> Terbuka	151

Sumber: Hasil Observasi Perusahaan (2017)

Jenis cacat yang ada akan dibuat urutan persentase cacat untuk mengetahui prioritas cacat yang kritis untuk diperbaiki, dalam kasus ini jenis cacat yang

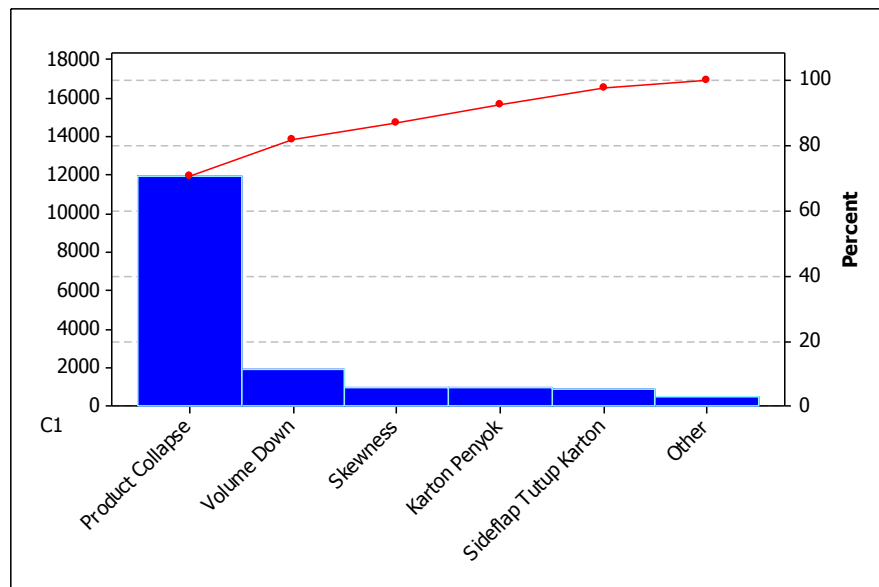
paling banyak terjadi. Penentuan jenis cacat kritis ini dilakukan dengan menggunakan *Pareto Chart*. Berdasarkan *brainstoming* yang dilakukan dengan pihak perusahaan, jenis cacat *Product Collapse* diduga sebagai jenis cacat yang paling tinggi frekuensi terjadinya pada proses *wrapping* Pasta Gigi. Berikut ini merupakan Diagram Pareto yang menunjukkan frekuensi jenis cacat yang terjadi pada proses *wrapping*.

Tabel 4. 5 Perhitungan Diagram Pareto Jenis *Defect*

No.	Jenis Defect	Jumlah (bundle)	Persen	Persen Kumulatif
1	<i>Product Collapse</i>	11926	70,40%	70,40%
2	<i>Volume Down</i>	1880	11,10%	81,50%
3	<i>Skewness</i>	934	5,51%	87,01%
4	Karton Penyok	911	5,38%	92,39%
5	<i>Sideflap</i> Tutup Karton	847	5,00%	97,39%
6	Film Pembungkus Nyangkut	194	1,15%	98,54%
7	Tutup <i>Case</i> Terbuka	151	0,89%	99,43%
8	Permukaan Tidak Rata	78	0,46%	99,89%
9	<i>Surface Tear</i>	19	0,11%	100,00%
Total		16940	100%	

Sumber: Hasil Observasi Perusahaan (2017)





Gambar 4.3 Diagram Pareto Frekuensi Masing-masing Jenis Cacat

Gambar diatas menunjukkan urutan frekuensi terjadinya jenis cacat yang paling sering, yakni *product collapse*. Jenis cacat *Product Collapse* memiliki persentase terbesar, dimana kontribusi jenis cacat *Product Collapse* terhadap keseluruhan jumlah cacat adalah sebesar 70,4%. Sesuai dengan prinsip Diagram Pareto, diperoleh bahwa prioritas cacat yang dijadikan sebagai objek improvement adalah jenis cacat *Product Collapse*.

#### 4.1.6 Pembuatan Control Chart

Pengontrolan proses produksi Pasta Gigi PSD 225 gram diperlukan untuk dapat melihat kinerja proses berdasarkan output yang dihasilkan. *Control Chart P* merupakan jenis chart yang digunakan untuk melihat kinerja proses dengan menggunakan *attribute data*. Pengontrola dilakukan dengan melihat poin-poin output proses apakah itu in-control atau out-control, serta unutm mengetahui variasi data yang dihasilkan. Berikut ini merupakan perhitungan dalam pembuatan *Control Chart P* untuk masing-masing proses.

#### 4.1.6.1 P-Chart Proses Tube Filling

Berikut ini diberikan contoh perhitungan dalam menghitung nilai P-chart untuk proses *tube filling*.

- a. Perhitungan Nilai P bar

$$P \text{ bar} = \frac{\sum P}{\sum n}$$

$$P \text{ bar} = \frac{1883}{236500} \\ = 0,008$$

- b. Perhitungan nilai LCL (*Lower Control Limit*)

$$LCL = P \text{ bar} - 3 \frac{P \text{ bar}(1-P \text{ bar})}{n}$$

$$LCL = 0,008 - 3 \frac{0,008(1-0,008)}{5912,5}$$

$$LCL = 0,0045$$

- c. Perhitungan nilai UCL (*Upper Control Limit*)

$$UCL = P \text{ bar} + 3 \frac{P \text{ bar}(1-P \text{ bar})}{n}$$

$$UCL = 0,008 + 3 \frac{0,008(1-0,008)}{5912,5}$$

$$UCL = 0,0114$$

- d. Perhitungan proporsi *defect*

$$(Proportion)_i = (Jumlah \text{ Defect})_i / \sum (\text{Target Produksi})$$

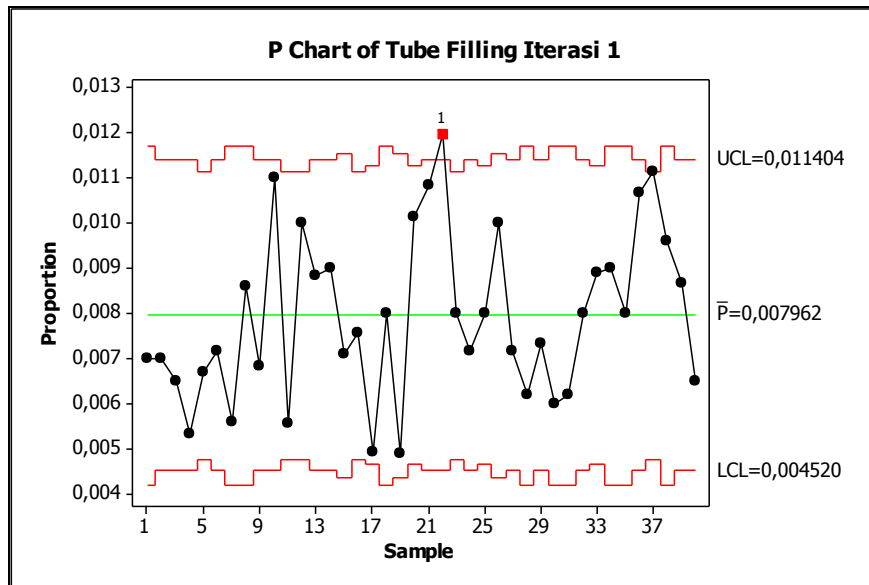
$$(Proportion)_1 = 35/5000 \\ = 0,007$$

Tabel 4.6 Perhitungan P-Chart Proses *Tube Filling* Iterasi 1

No	Sample No	Target Produksi	Jumlah Defect	Proportion
1	1	5000	35	0,00700
2	2	6000	42	0,00700
3	3	6000	39	0,00650
4	4	6000	32	0,00533
5	5	7000	47	0,00671
6	6	6000	43	0,00717
7	7	5000	28	0,00560
8	8	5000	43	0,00860
9	9	6000	41	0,00683
10	10	6000	66	0,01100

Tabel 4.6 Perhitungan P-Chart Proses *Tube Filling* Iterasi 1

No	Sample No	Target Produksi	Jumlah Defect	Proportion
11	11	7000	39	0,00557
12	12	7000	70	0,01000
13	13	6000	53	0,00883
14	14	6000	54	0,00900
15	15	5500	39	0,00709
16	16	7000	53	0,00757
17	17	6500	32	0,00492
18	18	5000	40	0,00800
19	19	5500	27	0,00491
20	20	6500	66	0,01015
21	21	6000	65	0,01083
22	22	6000	72	0,01200
23	23	7000	56	0,00800
24	24	6000	43	0,00717
25	25	6500	52	0,00800
26	26	5500	55	0,01000
27	27	6000	43	0,00717
28	28	5000	31	0,00620
29	29	6000	44	0,00733
30	30	5000	30	0,00600
31	31	5000	31	0,00620
32	32	6000	48	0,00800
33	33	6500	58	0,00892
34	34	5000	45	0,00900
35	35	5000	40	0,00800
36	36	6000	64	0,01067
37	37	7000	78	0,01114
38	38	5000	48	0,00960
39	39	6000	52	0,00867
40	40	6000	39	0,00650
TOTAL		236500	1883	0,31720
AVERAGE		5912,5		



Gambar 4.4P-Chart Proses *Tube Filling* Iterasi 1

Berdasarkan *control chart* diatas dapat diketahui bahwa terdapat satu sampel yang *out-control*, yaitu sampel 22. Sampel *out-control* tersebut perlu dikeluarkan dari perhitungan *control chart* iterasi selanjutnya. Berikut ini adalah perhitungan untuk pembuatan P-Chart proses *tube filling* iterasi 2.

- a. Perhitungan Nilai P bar

$$P \text{ bar} = \frac{\sum P}{\sum n}$$

$$P \text{ bar} = \frac{1811}{230500}$$

$$= 0,0079$$

- b. Perhitungan nilai LCL (*Lower Control Limit*)

$$LCL = P \text{ bar} - 3 \frac{P \text{ bar}(1-P \text{ bar})}{n}$$

$$LCL = 0,0079 - 3 \frac{0,0079(1-0,0079)}{5910,26}$$

$$LCL = 0,0044$$

- c. Perhitungan nilai UCL (*Upper Control Limit*)

$$UCL = P \text{ bar} + 3 \frac{P \text{ bar}(1-P \text{ bar})}{n}$$

$$UCL = 0,0079 + 3 \frac{0,0079(1-0,0079)}{5910,26}$$

$$UCL = 0,0113$$

- d. Perhitungan proporsi *defect*

$$(Proportion)_i = (Jumlah\ Defect)_i / \Sigma(\text{Target Produksi})$$

$$(Proportion)_1 = 35/5000$$

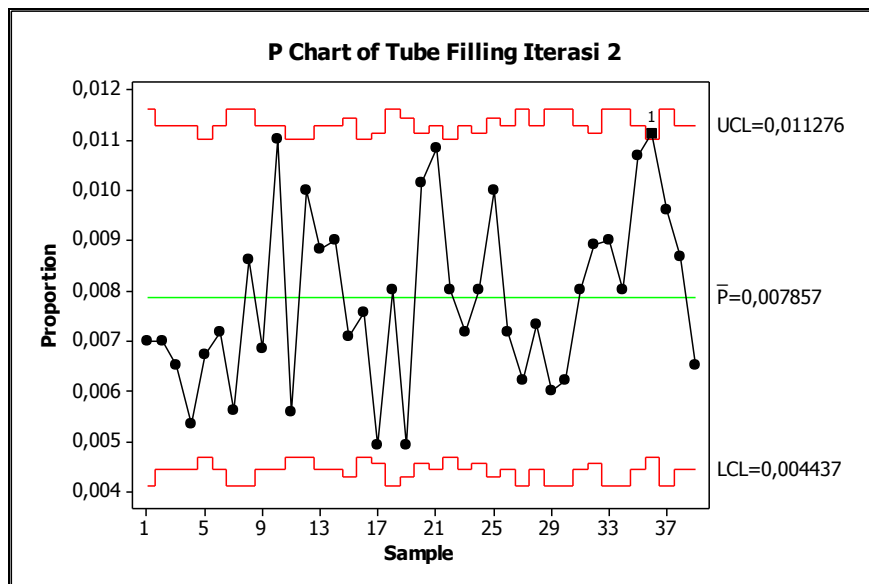
$$= 0,007$$

Tabel 4.7 Perhitungan P-Chart Proses *Tube Filling* Iterasi 2

No	Sample No	Target Produksi	Jumlah Defect	Proportion
1	1	5000	35	0,00700
2	2	6000	42	0,00700
3	3	6000	39	0,00650
4	4	6000	32	0,00533
5	5	7000	47	0,00671
6	6	6000	43	0,00717
7	7	5000	28	0,00560
8	8	5000	43	0,00860
9	9	6000	41	0,00683
10	10	6000	66	0,01100
11	11	7000	39	0,00557
12	12	7000	70	0,01000
13	13	6000	53	0,00883
14	14	6000	54	0,00900
15	15	5500	39	0,00709
16	16	7000	53	0,00757
17	17	6500	32	0,00492
18	18	5000	40	0,00800
19	19	5500	27	0,00491
20	20	6500	66	0,01015
21	21	6000	65	0,01083
22	23	7000	56	0,00800
23	24	6000	43	0,00717
24	25	6500	52	0,00800
25	26	5500	55	0,01000
26	27	6000	43	0,00717
27	28	5000	31	0,00620
28	29	6000	44	0,00733
29	30	5000	30	0,00600
30	31	5000	31	0,00620
31	32	6000	48	0,00800
32	33	6500	58	0,00892

Tabel 4.7 Perhitungan P-Chart Proses *Tube Filling* Iterasi 2

No	Sample No	Target Produksi	Jumlah Defect	Proportion
33	34	5000	45	0,00900
34	35	5000	40	0,00800
35	36	6000	64	0,01067
36	37	7000	78	0,01114
37	38	5000	48	0,00960
38	39	6000	52	0,00867
39	40	6000	39	0,00650
TOTAL		230500	1811	0,30520
AVERAGE		5910,26		



Gambar 4.5 P-Chart Proses *Tube Filling* Iterasi 2

#### 4.1.6.2 P-Chart Proses *Cartoning*

Berikut ini diberikan contoh perhitungan dalam menghitung nilai P-chart untuk proses *cartoning*.

- a. Perhitungan Nilai P bar

$$P \text{ bar} = \frac{\sum P}{\sum n}$$

$$P \text{ bar} = \frac{1780}{236500} \\ = 0,0075$$

- b. Perhitungan nilai LCL (*Lower Control Limit*)

$$LCL = P \text{ bar} - 3 \frac{P \text{ bar}(1-P \text{ bar})}{n}$$

$$LCL = 0,0075 - 3 \frac{0,0075 (1-0,0075)}{5912,5}$$

$$LCL = 0,0042$$

c. Perhitungan nilai UCL (*Upper Control Limit*)

$$UCL = P \text{ bar} + 3 \frac{P \text{ bar}(1-P \text{ bar})}{n}$$

$$UCL = 0,0075 + 3 \frac{0,0075 (1-0,0075)}{5912,5}$$

$$UCL = 0,0109$$

d. Perhitungan proporsi *defect*

$$(Proportion)_i = (Jumlah Defect)_i / \Sigma (Target Produksi)$$

$$(Proportion)_1 = 33/5000$$

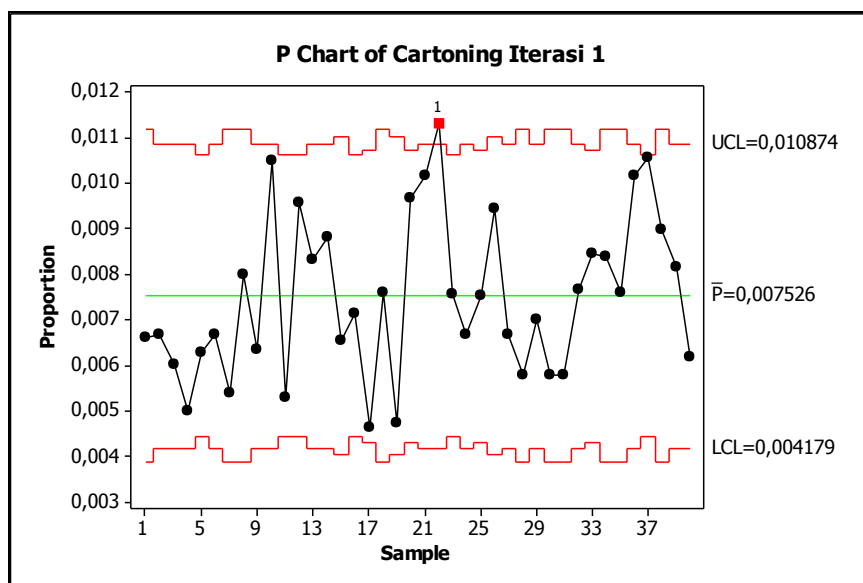
$$= 0,0066$$

Tabel 4.8 Perhitungan P-Chart Proses *Cartoning* Iterasi 1

No	Sample No	Target Produksi	Jumlah Defect	Proportion
1	1	5000	33	0,00660
2	2	6000	40	0,00667
3	3	6000	36	0,00600
4	4	6000	30	0,00500
5	5	7000	44	0,00629
6	6	6000	40	0,00667
7	7	5000	27	0,00540
8	8	5000	40	0,00800
9	9	6000	38	0,00633
10	10	6000	63	0,01050
11	11	7000	37	0,00529
12	12	7000	67	0,00957
13	13	6000	50	0,00833
14	14	6000	53	0,00883
15	15	5500	36	0,00655
16	16	7000	50	0,00714
17	17	6500	30	0,00462
18	18	5000	38	0,00760
19	19	5500	26	0,00473
20	20	6500	63	0,00969
21	21	6000	61	0,01017

Tabel 4.8 Perhitungan P-Chart Proses *Cartoning* Iterasi 1

No	Sample No	Target Produksi	Jumlah Defect	Proportion
22	22	6000	68	0,01133
23	23	7000	53	0,00757
24	24	6000	40	0,00667
25	25	6500	49	0,00754
26	26	5500	52	0,00945
27	27	6000	40	0,00667
28	28	5000	29	0,00580
29	29	6000	42	0,00700
30	30	5000	29	0,00580
31	31	5000	29	0,00580
32	32	6000	46	0,00767
33	33	6500	55	0,00846
34	34	5000	42	0,00840
35	35	5000	38	0,00760
36	36	6000	61	0,01017
37	37	7000	74	0,01057
38	38	5000	45	0,00900
39	39	6000	49	0,00817
40	40	6000	37	0,00617
TOTAL		236500	1780	0,00753
AVERAGE		5912,5		



Gambar 4.6 P-Chart Proses *Cartoning* Iterasi 1



Berdasarkan *control chart* diatas dapat diketahui bahwa terdapat satu sampel yang *out-control*, yaitu sampel 22. Sampel *out-control* tersebut perlu dikeluarkan dari perhitungan *control chart* iterasi selanjutnya. Berikut ini adalah perhitungan untuk pembuatan P-Chart proses *cartoning* iterasi 2.

- a. Perhitungan Nilai P bar

$$P \text{ bar} = \frac{\sum P}{\sum n}$$

$$P \text{ bar} = \frac{1712}{230500}$$

$$= 0,0074$$

- b. Perhitungan nilai LCL (*Lower Control Limit*)

$$LCL = P \text{ bar} - 3 \frac{P \text{ bar}(1-P \text{ bar})}{n}$$

$$LCL = 0,0074 - 3 \frac{0,0074 (1-0,0074)}{5910,3}$$

$$LCL = 0,0041$$

- c. Perhitungan nilai UCL (*Upper Control Limit*)

$$UCL = P \text{ bar} + 3 \frac{P \text{ bar}(1-P \text{ bar})}{n}$$

$$UCL = 0,0074 + 3 \frac{0,0074 (1-0,0074)}{5910,3}$$

$$UCL = 0,0108$$

- d. Perhitungan proporsi *defect*

$$(Proportion)_i = (Jumlah \text{ Defect})_i / \sum (\text{Target Produksi})$$

$$(Proportion)_1 = 33/5000$$

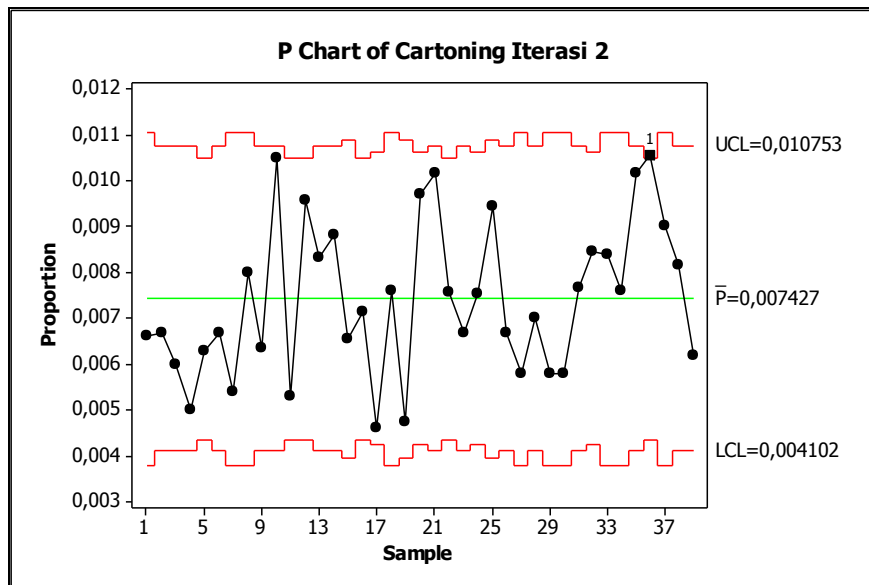
$$= 0,0066$$

Tabel 4.9 Perhitungan P-Chart Proses *Cartoning* Iterasi 2

No	Sample No	Target Produksi	Jumlah Defect	Proportion
1	1	5000	33	0,00660
2	2	6000	40	0,00667
3	3	6000	36	0,00600
4	4	6000	30	0,00500
5	5	7000	44	0,00629
6	6	6000	40	0,00667
7	7	5000	27	0,00540
8	8	5000	40	0,00800

Tabel 4.9 Perhitungan P-Chart Proses *Cartoning* Iterasi 2

No	Sample No	Target Produksi	Jumlah Defect	Proportion
9	9	6000	38	0,00633
10	10	6000	63	0,01050
11	11	7000	37	0,00529
12	12	7000	67	0,00957
13	13	6000	50	0,00833
14	14	6000	53	0,00883
15	15	5500	36	0,00655
16	16	7000	50	0,00714
17	17	6500	30	0,00462
18	18	5000	38	0,00760
19	19	5500	26	0,00473
20	20	6500	63	0,00969
21	21	6000	61	0,01017
22	23	7000	53	0,00757
23	24	6000	40	0,00667
24	25	6500	49	0,00754
25	26	5500	52	0,00945
26	27	6000	40	0,00667
27	28	5000	29	0,00580
28	29	6000	42	0,00700
29	30	5000	29	0,00580
30	31	5000	29	0,00580
31	32	6000	46	0,00767
32	33	6500	55	0,00846
33	34	5000	42	0,00840
34	35	5000	38	0,00760
35	36	6000	61	0,01017
36	37	7000	74	0,01057
37	38	5000	45	0,00900
38	39	6000	49	0,00817
39	40	6000	37	0,00617
TOTAL		230500	1712	0,00724
AVERAGE		5910,26		



Gambar 4.7P-Chart Proses *Cartoning* Iterasi 2

#### 4.1.6.3 P-Chart Proses *Wrapping*

Berikut ini diberikan contoh perhitungan dalam menghitung nilai *P-chart* untuk proses *wrapping*.

- a. Perhitungan Nilai P bar

$$P \text{ bar} = \frac{\sum P}{\sum n}$$

$$P \text{ bar} = \frac{13122}{236500} \\ = 0,0555$$

- b. Perhitungan nilai LCL (*Lower Control Limit*)

$$LCL = P \text{ bar} - 3 \frac{P \text{ bar}(1-P \text{ bar})}{n}$$

$$LCL = 0,0555 - 3 \frac{0,0555 (1-0,0555)}{5912,5}$$

$$LCL = 0,0466$$

- c. Perhitungan nilai UCL (*Upper Control Limit*)

$$UCL = P \text{ bar} + 3 \frac{P \text{ bar}(1-P \text{ bar})}{n}$$

$$UCL = 0,0555 + 3 \frac{0,0555 (1-0,0555)}{5912,5}$$

$$UCL = 0,0644$$

- d. Perhitungan proporsi *defect*

$$(Proportion)_i = (Jumlah \ Defect)_i / \sum (Target \ Produksi)$$

$$(Proportion)_1 = 245/5000$$

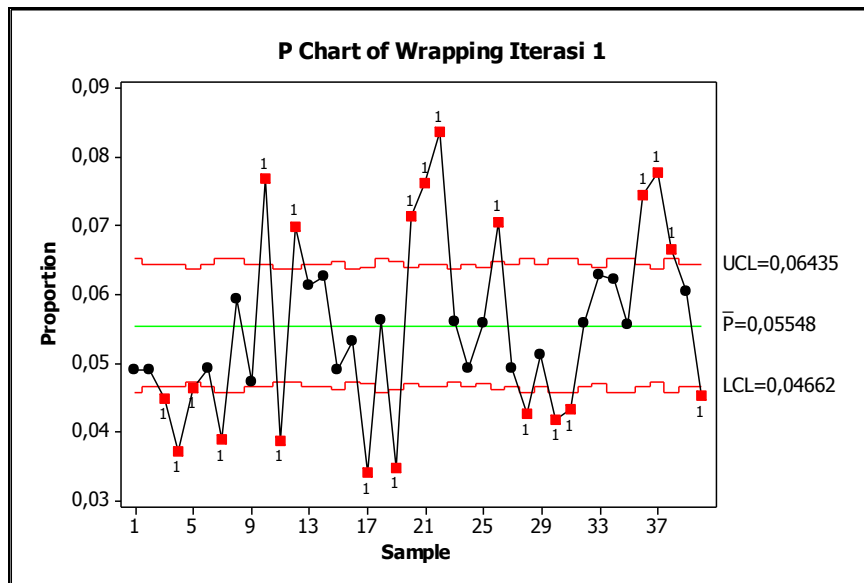
$$= 0,049$$

Tabel 4.10 Perhitungan P-Chart Proses *Wrapping* Iterasi 1

No	Sample No	Target Produksi	Jumlah Defect	Proportion
1	1	5000	245	0,04900
2	2	6000	294	0,04900
3	3	6000	269	0,04483
4	4	6000	223	0,03717
5	5	7000	325	0,04643
6	6	6000	296	0,04933
7	7	5000	194	0,03880
8	8	5000	297	0,05940
9	9	6000	283	0,04717
10	10	6000	461	0,07683
11	11	7000	271	0,03871
12	12	7000	490	0,07000
13	13	6000	368	0,06133
14	14	6000	376	0,06267
15	15	5500	270	0,04909
16	16	7000	373	0,05329
17	17	6500	221	0,03400
18	18	5000	281	0,05620
19	19	5500	191	0,03473
20	20	6500	464	0,07138
21	21	6000	457	0,07617
22	22	6000	502	0,08367
23	23	7000	392	0,05600
24	24	6000	296	0,04933
25	25	6500	363	0,05585
26	26	5500	388	0,07055
27	27	6000	296	0,04933
28	28	5000	213	0,04260
29	29	6000	307	0,05117
30	30	5000	209	0,04180
31	31	5000	216	0,04320
32	32	6000	335	0,05583
33	33	6500	409	0,06292

Tabel 4.10 Perhitungan P-Chart Proses *Wrapping* Iterasi 1

No	Sample No	Target Produksi	Jumlah Defect	Proportion
34	34	5000	311	0,06220
35	35	5000	278	0,05560
36	36	6000	447	0,07450
37	37	7000	544	0,07771
38	38	5000	333	0,06660
39	39	6000	363	0,06050
40	40	6000	271	0,04517
TOTAL		236500	13122	0,05548
AVERAGE		5912,5		

Gambar 4.8 P-Chart Proses *Wrapping* Iterasi 1

Berdasarkan *control chart* diatas dapat diketahui bahwa terdapat banyak sampel yang *out-control*, yaitu sampel 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 17, 19, 20, 21, 22, 26, 28, 30, 31, 36, 37, 38, 40. Sampel *out-control* tersebut perlu dikeluarkan dari perhitungan *control chart* iterasi selanjutnya. Berikut ini adalah perhitungan untuk pembuatan P-Chart proses *cartoning* iterasi 2.

a. Perhitungan Nilai P bar

$$P \text{ bar} = \frac{\sum P}{\sum n}$$

$$P \text{ bar} = \frac{6433}{117500}$$

$$= 0,0547$$

b. Perhitungan nilai LCL (*Lower Control Limit*)

$$LCL = P \text{ bar} - 3 \frac{P \text{ bar}(1-P \text{ bar})}{n}$$

$$LCL = 0,0547 - 3 \frac{0,0547 (1-0,0547)}{5875}$$

$$LCL = 0,0458$$

c. Perhitungan nilai UCL (*Upper Control Limit*)

$$UCL = P \text{ bar} + 3 \frac{P \text{ bar}(1-P \text{ bar})}{n}$$

$$UCL = 0,0547 + 3 \frac{0,0547 (1-0,0547)}{5875}$$

$$UCL = 0,0637$$

d. Perhitungan proporsi *defect*

$$(Proportion)_i = (Jumlah Defect)_i / \Sigma (Target Produksi)$$

$$(Proportion)_1 = 245/5000$$

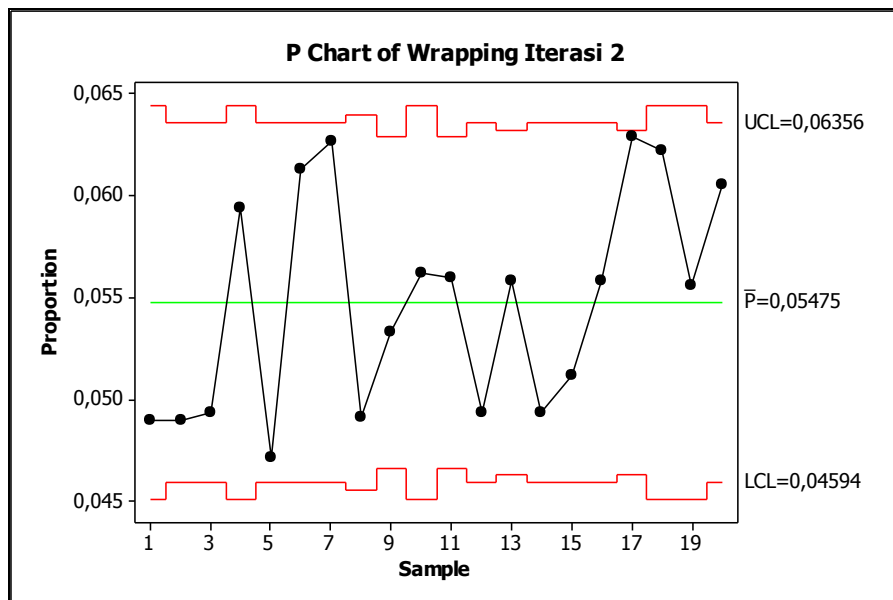
$$= 0,049$$

Tabel 4.11 Perhitungan P-Chart Proses *Wrapping* Iterasi 2

No	Sample No	Target Produksi	Jumlah Defect	<i>Proportion</i>
1	1	5000	245	0,04900
2	2	6000	294	0,04900
3	6	6000	296	0,04933
4	8	5000	297	0,05940
5	9	6000	283	0,04717
6	13	6000	368	0,06133
7	14	6000	376	0,06267
8	15	5500	270	0,04909
9	16	7000	373	0,05329
10	18	5000	281	0,05620
11	23	7000	392	0,05600
12	24	6000	296	0,04933
13	25	6500	363	0,05585
14	27	6000	296	0,04933
15	29	6000	307	0,05117
16	32	6000	335	0,05583
17	33	6500	409	0,06292

Tabel 4.11 Perhitungan P-Chart Proses *Wrapping* Iterasi 2

No	Sample No	Target Produksi	Jumlah Defect	Proportion
18	34	5000	311	0,06220
19	35	5000	278	0,05560
20	39	6000	363	0,06050
TOTAL		117500	6433	0,02720
AVERAGE		5875		



Gambar 4.9 P-Chart Proses *Wrapping* Iterasi 2

#### 4.1.6.4 P-Chart Proses *Case Packing*

Berikut ini diberikan contoh perhitungan dalam menghitung nilai *P-chart* untuk proses *case packing*.

- a. Perhitungan Nilai  $\bar{P}$  bar

$$\bar{P} \text{ bar} = \frac{\sum P}{\sum n}$$

$$\begin{aligned} \bar{P} \text{ bar} &= \frac{151}{236500} \\ &= 0,00064 \end{aligned}$$

- b. Perhitungan nilai LCL (*Lower Control Limit*)

$$LCL = \bar{P} \text{ bar} - 3 \frac{\bar{P} \text{ bar}(1 - \bar{P} \text{ bar})}{n}$$

$$LCL = 0,00064 - 3 \frac{0,00064(1 - 0,00064)}{5912,5}$$

$$LCL = 0$$

c. Perhitungan nilai UCL (*Upper Control Limit*)

$$UCL = P \text{ bar} + 3 \frac{P \text{ bar}(1-P \text{ bar})}{n}$$

$$UCL = 0,00064 + 3 \frac{0,00064(1-0,00064)}{5912,5}$$

$$UCL = 0,001626$$

d. Perhitungan proporsi *defect*

$$(Proportion)_i = (Jumlah \text{ Defect})_i / \Sigma(\text{Target Produksi})$$

$$(Proportion)_1 = 3/5000$$

$$= 0,0006$$

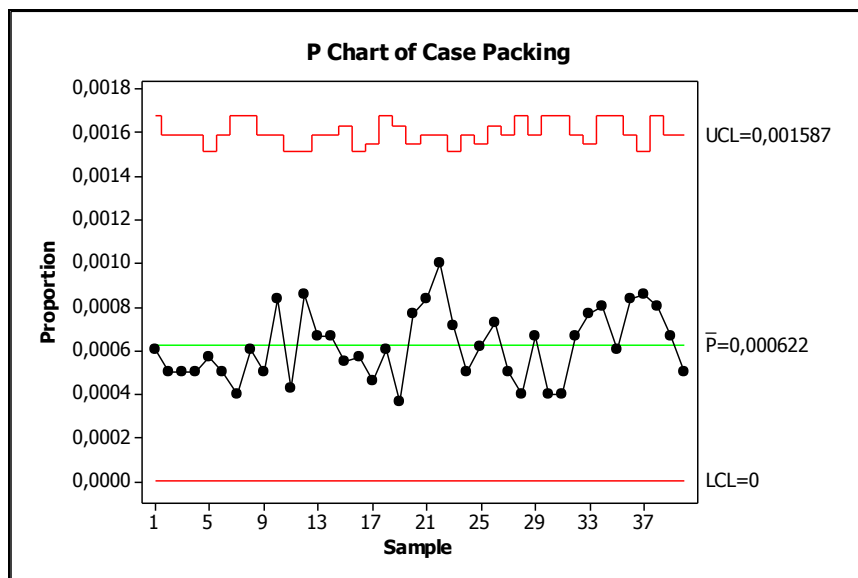
Tabel 4.12 Perhitungan P-Chart Proses *Case Packing* Iterasi 1

No	Sample No	Target Produksi	Jumlah Defect	Proportion
1	1	5000	3	0,0006000
2	2	6000	3	0,0005000
3	3	6000	3	0,0005000
4	4	6000	3	0,0005000
5	5	7000	4	0,0005714
6	6	6000	3	0,0005000
7	7	5000	2	0,0004000
8	8	5000	3	0,0006000
9	9	6000	3	0,0005000
10	10	6000	5	0,0008333
11	11	7000	3	0,0004286
12	12	7000	6	0,0008571
13	13	6000	4	0,0006667
14	14	6000	4	0,0006667
15	15	5500	3	0,0005455
16	16	7000	4	0,0005714
17	17	6500	3	0,0004615
18	18	5000	3	0,0006000
19	19	5500	2	0,0003636
20	20	6500	5	0,0007692
21	21	6000	5	0,0008333
22	22	6000	6	0,0010000
23	23	7000	5	0,0007143
24	24	6000	3	0,0005000



Tabel 4.12 Perhitungan P-Chart Proses *Case Packing* Iterasi 1

No	Sample No	Target Produksi	Jumlah Defect	Proportion
25	25	6500	4	0,0006154
26	26	5500	4	0,0007273
27	27	6000	3	0,0005000
28	28	5000	2	0,0004000
29	29	6000	4	0,0006667
30	30	5000	2	0,0004000
31	31	5000	2	0,0004000
32	32	6000	4	0,0006667
33	33	6500	5	0,0007692
34	34	5000	4	0,0008000
35	35	5000	3	0,0006000
36	36	6000	5	0,0008333
37	37	7000	6	0,0008571
38	38	5000	4	0,0008000
39	39	6000	4	0,0006667
40	40	6000	3	0,0005000
TOTAL		236500	151	0,0006396
AVERAGE		5912,5		



Gambar 4. 10 P-Chart Proses *Case Packing* Iterasi 1

#### 4.1.7 Pengukuran Baseline Kinerja

Pengukuran baseline kinerja dalam metode Six Sigma menggunakan satuan pengukuran *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan juga tingkat kapabilitas *Sigma* untuk kondisi sebelum *improvement*. Pengukuran baseline kinerja dilakukan untuk pengukuran terhadap tingkat output untuk masing masing proses produksi.

##### 4.1.7.1 Perhitungan Nilai Sigma Proses Tube Filling

Sebelum melakukan perhitungan nilai sigma, dilakukan perhitungan DPMO. Berikut ini diberikan contoh perhitungan nilai DPMO untuk proses *tube filling*.

- a. Perhitungan *Defect per Opportunity* (DPO)

$$\begin{aligned} \text{DPO} &= \frac{\text{Banyaknya defect}}{\text{Target Produksi Total} \times \text{CTQ potensial}} \\ &= \frac{1712}{230500 \times 1} \\ &= 0,007427 \end{aligned}$$

- b. Perhitungan nilai Defect per Million opportunity (DPMO)

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \text{DPO} \times 1.000.000 \\ &= 0,007427 \times 1.000.000 \\ &= 7427 \end{aligned}$$

- c. Penentuan Sigma Level

Nilai sigma ditentukan dengan cara mengonversikan nilai DPMO ke dalam sigma level. Berdasarkan hasil perhitungan nilai DPMO, didapatkan sigma level untuk proses tube filling adalah sebesar 3,94 sigma.

- d. Perhitungan nilai *yield*

Nilai *yield* digunakan untuk melihat kemampuan proses dalam menghasilkan output tanpa defect. Berikut ini adalah perhitungan nilai *yield* proses *tube filling*.

$$\begin{aligned} \text{yield} &= \left(1 - \frac{\text{Banyaknya defect}}{\text{Target Produksi Total}}\right) \\ &= \left(1 - \frac{1712}{230500}\right) \\ &= 0,9925 \quad = 99,25 \% \end{aligned}$$

Berikut ini adalah langkah perhitungan yang dilakukan dalam memperoleh kinerja pada proses *tube filling*.

Tabel 4.13 Perhitungan Nilai Sigma Proses *Tube Filing*

Step	Tindakan	Persamaan	Hasil	Satuan
1	Proses yang akan dihitung		<i>Tube Filling</i>	
2	Banyak produk yang diproduksi		230500	<i>bundle</i>
3	Banyak produk yang <i>defect</i>		1712	<i>bundle</i>
4	Banyaknya CTQ potensial <i>defect</i>	Jumlah CTQ	1	
5	Menghitung nilai <i>Opportunity</i>	(step 2) x (step 4)	230500	
6	Menghitung <i>Defect per Opportunity</i> (DPO)	(step 3)/(step 5)	0,007427	
7	Menghitung <i>Defect per Million Opportunity</i> (DPMO)	(step 6) x 1.000.000	7427	
8	Konversi DPMO kedalam nilai sigma		3,94	sigma

#### 4.1.7.2 Perhitungan Nilai Sigma Proses *Cartoning*

Sebelum melakukan perhitungan nilai sigma, dilakukan perhitungan DPMO. Berikut ini diberikan contoh perhitungan nilai DPMO untuk proses *cartoning*.

- a. Perhitungan *Defect per Opportunity* (DPO)

$$\begin{aligned}
 \text{DPO} &= \frac{\text{Banyaknya defect}}{\text{Target Produksi Total} \times \text{CTQ potensial}} \\
 &= \frac{1712}{230500 \times 2} \\
 &= 0,003714
 \end{aligned}$$

- b. Perhitungan nilai Defect per Million opportunity (DPMO)

$$\begin{aligned}
 \text{DPMO} &= \text{DPO} \times 1.000.000 \\
 &= 0,003714 \times 1.00.000 \\
 &= 3714
 \end{aligned}$$

- c. Penentuan Sigma Level

Nilai sigma ditentukan dengan cara mengonversikan nilai DPMO ke dalam sigma level. Berdasarkan hasil perhitungan nilai DPMO, didapatkan sigma level untuk proses *tube filling* adalah sebesar 4,18 sigma.

- d. Perhitungan nilai *yield*

Nilai *yield* digunakan untuk melihat kemampuan proses dalam menghasilkan output tanpa defect. Berikut ini adalah perhitungan nilai *yield* proses *tube filling*.

$$\begin{aligned} \text{yield} &= \left(1 - \frac{\text{Banyaknya defect}}{\text{Target Produksi Total}}\right) \\ &= \left(1 - \frac{1712}{230500}\right) \\ &= 0,9925 \\ &= 99,25 \% \end{aligned}$$

Berikut ini adalah langkah perhitungan yang dilakukan dalam memperoleh kinerja pada proses *cartoning*.

Tabel 4.14 Perhitungan Nilai Sigma Proses *Cartoning*

Step	Tindakan	Persamaan	Hasil	Satuan
1	Proses yang akan dihitung		<i>Cartoning</i>	
2	Banyak produk yang diproduksi		230500	<i>bundle</i>
3	Banyak produk yang <i>defect</i>		1712	<i>bundle</i>
4	Banyaknya CTQ potensial <i>defect</i>	Jumlah CTQ	2	
5	Menghitung nilai <i>Opportunity</i>	(step 2) x (step 4)	461000	
6	Menghitung <i>Defect per Opportunity</i> (DPO)	(step 3)/(step 5)	0,003714	
7	Menghitung <i>Defect per Million Opportunity</i> (DPMO)	(step 6) x 1.000.000	3714	
8	Konversi DPMO kedalam nilai sigma		4,18	sigma

#### 4.1.7.3 Perhitungan Nilai Sigma Proses *Wrapping*

Sebelum melakukan perhitungan nilai sigma, dilakukan perhitungan DPMO. Berikut ini diberikan contoh perhitungan nilai DPMO untuk proses *wrapping*

- a. Perhitungan *Defect per Opportunity* (DPO)

$$\begin{aligned} \text{DPO} &= \frac{\text{Banyaknya defect}}{\text{Target Produksi Total} \times \text{CTQ potensial}} \\ &= \frac{6433}{117500 \times 5} \\ &= 0,010950 \end{aligned}$$

- b. Perhitungan nilai *Defect per Million opportunity* (DPMO)

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \text{DPO} \times 1.000.000 \\ &= 0,010950 \times 1.00.000 \end{aligned}$$

$$= 10950$$

c. Penentuan Sigma Level

Nilai sigma ditentukan dengan cara mengonversikan nilai DPMO ke dalam sigma level. Berdasarkan hasil perhitungan nilai DPMO, didapatkan sigma level untuk proses tube filling adalah sebesar 3,79 sigma.

d. Perhitungan nilai *yield*

Nilai *yield* digunakan untuk melihat kemampuan proses dalam menghasilkan output tanpa defect. Berikut ini adalah perhitungan nilai *yield* proses *tube filling*.

$$\begin{aligned} \text{yield} &= \left(1 - \frac{\text{Banyaknya defect}}{\text{Target Produksi Total}}\right) \\ &= \left(1 - \frac{6433}{117500}\right) \\ &= 0,9452 \\ &= 94,52 \% \end{aligned}$$

Berikut ini adalah langkah perhitungan yang dilakukan dalam memperoleh kinerja pada proses *wrapping*.

Tabel 4.15 Perhitungan Nilai Sigma Proses *Wrapping*

Step	Tindakan	Persamaan	Hasil	Satuan
1	Proses yang akan dihitung		<i>Wrapping</i>	
2	Banyak produk yang diproduksi		117500	<i>bundle</i>
3	Banyak produk yang <i>defect</i>		6433	<i>bundle</i>
4	Banyaknya CTQ potensial <i>defect</i>	Jumlah CTQ	5	
5	Menghitung nilai <i>Opportunity</i>	(step 2) x (step 4)	587500	
6	Menghitung <i>Defect per Opportunity</i> (DPO)	(step 3)/(step 5)	0,010950	
7	Menghitung <i>Defect per Million Opportunity</i> (DPMO)	(step 6) x 1.000.000	10950	
8	Konversi DPMO kedalam nilai sigma		3,79	sigma

#### 4.1.7.4 Perhitungan Nilai Sigma Proses Case Packing

Sebelum melakukan perhitungan nilai sigma, dilakukan perhitungan DPMO. Berikut ini diberikan contoh perhitungan nilai DPMO untuk proses *case packing*.

a. Perhitungan *Defect per Opportunity* (DPO)

$$\begin{aligned}
 \text{DPO} &= \frac{\text{Banyaknya defect}}{\text{Target Produksi Total} \times \text{CTQ potensial}} \\
 &= \frac{151}{236500 \times 1} \\
 &= 0,000640
 \end{aligned}$$

- b. Perhitungan nilai Defect per Million opportunity (DPMO)

$$\begin{aligned}
 \text{DPMO} &= \text{DPO} \times 1.000.000 \\
 &= 0,000640 \times 1.000.000 \\
 &= 640
 \end{aligned}$$

- c. Penentuan Sigma Level

Nilai sigma ditentukan dengan cara mengonversikan nilai DPMO ke dalam sigma level. Berdasarkan hasil perhitungan nilai DPMO, didapatkan sigma level untuk proses tube filling adalah sebesar 4,72 sigma.

- d. Perhitungan nilai *yield*

Nilai *yield* digunakan untuk melihat kemampuan proses dalam menghasilkan output tanpa defect. Berikut ini adalah perhitungan nilai *yield* proses *tube filling*.

$$\begin{aligned}
 \text{yield} &= \left(1 - \frac{\text{Banyaknya defect}}{\text{Target Produksi Total}}\right) \\
 &= \left(1 - \frac{151}{236500}\right) \\
 &= 0,9994 \\
 &= 99,94 \%
 \end{aligned}$$

. Berikut ini adalah langkah perhitungan yang dilakukan dalam memperoleh kinerja pada proses *case packing*.

Tabel 4.16 Perhitungan Nilai Sigma Proses *Case Packing*

Step	Tindakan	Persamaan	Hasil	Satuan
1	Proses yang akan dihitung		<i>Case Packing</i>	
2	Banyak produk yang diproduksi		236500	<i>bundle</i>
3	Banyak produk yang <i>defect</i>		151	<i>bundle</i>
4	Banyaknya CTQ potensial <i>defect</i>	Jumlah CTQ	1	
5	Menghitung nilai <i>Opportunity</i>	(step 2) x (step 4)	236500	
6	Menghitung <i>Defect per Opportunity</i> (DPO)	(step 3)/(step 5)	0,000640	
7	Menghitung <i>Defect per Million Opportunity</i> (DPMO)	(step 6) x 1.000.000	640	
8	Konversi DPMO kedalam nilai sigma		4,72	sigma

## **BAB 5**

### **ANALISA DAN PERBAIKAN**

Pada bab 5 ini akan dijelaskan mengenai tahap analisa dan perbaikan. Tahap analisa dan perbaikan yang diberikan disesuaikan dengan *framework* DMAI yang digunakan pada penelitian, sehingga pada bab 5 ini akan dijelaskan tahap *analyze* dan *improve*.

#### **Analyze**

Pada tahap *Analyze* dilakukan mengidentifikasi akar permasalahan. Berikut ini aktivitas yang dilakukan pada tahap *Analyze*.

##### *5.1.1 Analisa Nilai DPMO dan Sigma Level*

Berdasarkan hasil perhitungan baseline kinerja sigma dari masing-masing proses, dapat diketahui bahwa proses wrapping merupakan proses yang memiliki nilai sigma paling rendah yaitu sebesar 3,79 sigma. Perlu diketahui bahwa PT XYZ merupakan jenis perusahaan *Fast Moving Consumer Goods* (FMCG), yang jika terjadi *defect* akan menyebabkan kerugian terhadap *product defect*. Hal ini berarti kapabilitas proses yang terjadi pada proses wrapping masih perlu dilakukan *improvement* untuk dapat memperbaiki kualitas proses produksi.

##### *5.1.2 Analisa Akar Permasalahan Penyebab Cacat*

Jenis cacat kritis yang telah didefinisikan akan dicari sumber penyebab cacatnya dengan menggunakan *5 Whys Analysis*. Hasil akhir yang diharapkan adalah faktor-faktor paling dasar pembentuk jenis cacat. Pada tahap *measure* telah didapatkan cacat kritis pada produksi Pasta Gigi 225 gram. Didapatkan bahwa jenis cacat yang paling sering terjadi yaitu cacat berupa *product collapse*. Selanjutnya dilakukan analisis akar penyebab cacat *product collapse*. Secara garis besar, sumber-sumber penyebab cacat *product collapse* pada produksi Pasta Gigi 225 gram pada PT XYZ dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Root Cause Analysis *Product Collapse*

<i>Cacat</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Product Collapse</i>	Ada permasalahan pada mesin <i>wrapping</i>	Permasalahan pada saat dilakukan <i>transport</i> film	<i>Green Belt</i> aus	Tidak ada pengontrolan kondisi <i>green belt</i> , baru terdeteksi setelah ada kerusakan	
			<i>Front Belt</i> aus	Tidak ada pengontrolan kondisi <i>front belt</i> , baru terdeteksi setelah ada kerusakan	
			Ukuran gap antara <i>TimingBelt</i> dan <i>GreenBelt</i> tidak sesuai		
			<i>Rubber roll</i> aus	Tidak ada pengontrolan kondisi <i>rubber roll</i> , baru terdeteksi setelah ada kerusakan	
			<i>Timing</i> penarikan film salah	Kelalaian penggantian <i>connection gears</i> oleh operator	
			Perjalanan film plastik tidak stabil	Jalur film kotor	Tidak ada pengontrolan kondisi jatuhnya film, baru dibersihkan setelah ada kerusakan
				Tekanan udara yang dihasilkan oleh <i>airblow</i> terlalu tinggi	
		Permasalahan pendorongan produk pada sistem <i>pushing</i>	<i>Tucker</i> terlalu maju	Kesalahan pada setting posisi <i>tucker</i> oleh operator	
			<i>Timing</i> penjepit berubah	Kelalaian penggantian <i>connection gears</i> oleh operator	
		Permasalahan penumpukan pada sistem <i>stack</i>	Mekanisme penumpukan produk bermasalah	Posisi produk sebelum masuk sistem <i>feeding</i> salah	Terjadi kelalaian oleh operator setelah tahap inspeksi fisik karton
		Permasalahan pada proses <i>sealing</i> bawah	Temperatur <i>Sealer</i> bermasalah		



Tabel 5.1 Root Cause Analysis *Product Collapse*

<i>Cacat</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
		Permasalahan pelipatan pada sistem <i>folding</i>	<i>Cam hopper</i> aus	Tidak ada pengontrolan kondisi <i>cam hopper</i> , baru terdeteksi setelah ada kerusakan	
			<i>Timing Hopper</i> salah	Kesalahan pada setting timing <i>hopper</i> oleh operator	Kelalaian penggantian <i>connection gears</i> oleh operator
		<i>Unwinding</i> system bermasalah berupa penarikan film tidak stabil	<i>Break roll</i> film aus	Tidak ada pengontrolan kondisi <i>break roll</i> , baru terdeteksi setelah ada kerusakan	
	Material film bermasalah	Film lengket ketika memasuki proses <i>transport</i>	Beda potensial antar titik terlalu tinggi		
		<i>Overlap</i> yang terbentuk kurang dari spesifikasi	Panjang film <i>after cutting</i> tidak stabil	Kelalaian penggantian <i>connection gears</i> oleh operator	
			Lebar Film tidak tepat		
			Tebal Film tidak tepat		

Berdasarkan Tabel 5.1 diatas diketahui bahwa terdapat 19 akar permasalahan penyebab terjadinya cacat *product collapse*. Terlihat juga bahwa ada beberapa akar permasalahan yang hamir sama. Berikut ini adalah pengelompokkan akar permasalahan secara garis besar yaitu:

- 1) Tidak ada pengontrolan kondisi komponen mesin yang dilakukan oleh operator maupun *engineer*. Perbaikan dilakukan setelah terdeteksi kerusakan pada mesin *wrapping*.
- 2) Ukuran *gap* antara *timing belt* dan *green belt* tidak sesuai. Maksudnya adalah ukuran yang digunakan sebagai standar pada kondisi sekarang ini masih belum dapat memberikan kinerja proses yang baik. Hingga saat ini masih beum ada spesifikasi standar yang digunakan oleh perusahaan terkait hal ini. Penanganan akar masalah ini perlu dilakukan penyesuaian *setting* terhadap ukuran *gap* antara *timing belt* dan *green belt*.
- 3) Kelalaian penggantian *connection gears* oleh operator. *Connection gears* merupakan salah satu bagian penting yang menunjang berjalannya bagian *roller* dengan benar serta pemberian *timing* pada beberapa komponen. Kerusakan *connection gears* dapat menyebabkan kesalahan *timing* sehinggafilm dapat tergeser hingga gagal terpasang dengan benar.
- 4) Tekanan udara yang dihasilkan oleh komponen *airblow* terlalu tinggi. *Airblow* ini merupakan komponen yang berfungsi untuk meniup film plastik yang telah dipotong menjadi dimensi siap untuk dibungkus. Setelah pemotongan, film berjalan menuju *idle roller* dibantu oleh udara yang dihasilkan dari *airblow* ini. Tekanan udara yang berlebih dapat menyebabkan film berguncang ketika dalam perjalanan menuju *idle roller* sehingga dapat menyebabkan gagalnya film tertangkap oleh *idle roller*. Film yang tidak tertangkap oleh film roller menjadi pemicu terjadinya cacat *productcollapse*.
- 5) Kesalahan pada *setting* posisi *tucker*. *Tucker* merupakan komponen dari sistem *pushing*. *Tucker* terletak pada *pushing arm* yang berfungsi sebagai bantalan pendorong. Jika *setting* posisi *tucker* terlalu maju akan

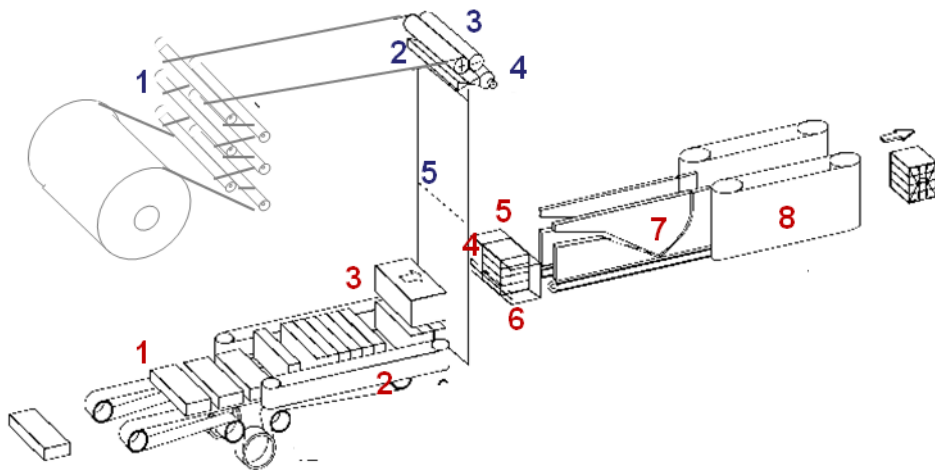
menyebabkan tumpukan produk yang didorong terlalu maju melewati area proses pembungkusan sehingga menyebabkan cacat.

- 6) Terjadi kelalaian oleh operator setelah tahap inspeksi fisik karton. Pada tahap inspeksi fisik karton, operator terkadang melakukan kelalaian dalam mengembalikan karton Pasta Gigi yang telah diinspeksi. Hal ini menyebabkan posisi karton Pasta Gigi yang berbeda sehingga ketika pada tahap pembungkusan produk, film tidak dapat membungkus dengan sempurna yang akhirnya memicu cacat.
- 7) Temperatur *sealer* bermasalah. Temperatur dari *sealer* berperan dalam merekatkan film pembungkus. Temperatur yang terlalu tinggi dapat menyebabkan area film yang dibungkus rusak, sedangkan temperatur yang terlalu rendah dapat menyebabkan area perekatan yang tidak menempel sempurna. Hal ini dapat memicu terjadinya *product collapse*. Penanganan penyebab akar masalah berupa temperatur ini perlu dilakukan penyesuaian *setting* temperatur.
- 8) Beda potensial antar titik terlalu tinggi. Beda potensial disebabkan oleh adanya gesekan antar film plastik dengan roller yang dilewati oleh film plastik. Tingginya kandungan potensial dalam plastik mempermudah plastik untuk menempel jika titik yang berbeda didekatkan. Jika hal ini terjadi pada saat proses wrapping, dapat menyebabkan cacat karena film lebih mudah terlipat sebelum menyentuh *idle roller* sehingga film akan rusak pada saat proses pembungkusan. Penanganan akar masalah ini perlu dilakukan tindakan berupa penyesuaian *setting* dengan benar.
- 9) Lebar film tidak tepat. Ini merupakan akar permasalahan yang disebabkan oleh kesalahan dimensi film. Penyesuaian lebar film perlu dilakukan agar dapat menghindari permasalahan *product collapse*
- 10) Tebal film tidak tepat. Tebal film juga merupakan permasalahan dimensi film plastik itu sendiri. Penyesuaian tebal film perlu dilakukan agar dapat menghindari permasalahan *product collapse*.

Agar dapat mengerti tentang akar permasalahan untuk jenis defect *product collapse*, maka akan diberikan sedikit penjelasan tentang mesin *wrapping*. Proses *wrapping* dilakukan dengan menggunakan mesin khusus untuk menjalankan proses tersebut. Mesin *wrapping* yang digunakan merupakan jenis mesin *reciprocating* otomatis model 3786 yang digunakan untuk melakukan proses *wrapping* menggunakan bahan utama plastik yaitu *cellophane*.

Proses *wrapping* pada dasarnya dibagi menjadi 2, yaitu proses *film forming* dan *product bundling*. Proses *film forming* merupakan proses pembuatan film dimulai dari saat film masih berbentuk gulungan hingga dibentuk menjadi film pembungkus dengan ukuran yang telah disesuaikan. Proses *product bundling* merupakan pembuatan produk dimulai dari *single product* hingga menjadi *finished product*. Proses *product bundling* ini dibagi menjadi dua segmen proses yaitu proses penumpukan produk dan proses pembungkusan. Pada proses penumpukan dilakukan penumpukan produk yang siap untuk dibungkus, sedangkan pada proses pembungkusan dilakukan pembungkusan produk dengan film pembungkus dan penyegelan (*sealing*).

Kerangka mesin serta urutan proses yang terjadi pada mesin *wrapping* diilustrasikan pada Gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 Kerangka dan Urutan Proses Mesin Wrapping

Pada Gambar tersebut, pemberian warna pada angka bertujuan untuk membedakan dasar proses yang dilakukan. Warna biru merupakan proses *film*

*forming*, sedangkan warna merah merupakan proses *product bundling*. Masing-masing proses memiliki beberapa sistem yang memiliki fungsi tertentu untuk membantu proses tersebut. Berikut merupakan sistem yang dimiliki oleh proses *film forming*.

1. Sistem *Reel Holding*

Sistem *reel holding* merupakan sistem yang berfungsi untuk melakukan pengaturan dan stabilisasi letak dan perputaran gulungan film plastik.

2. Sistem *Electrostatic Stabilizing*

Sistem ini berfungsi untuk menyeimbangkan tingkat beda potensial yang terjadi pada permukaan plastik yang melewati *antistatic bar*. Sistem ini memiliki penggerak utama berupa *voltage generator* yang berfungsi dalam membangun listrik sesuai tingkat voltase yang dibutuhkan dan mengalirkan ke *antistatic bar*.

3. Sistem *Unwinding*

Sistem ini *unwinding in* merupakan sistem penarikan film plastik, yang mana film yang ditarik terhubung langsung ke sistem *reel holding*. Pada sistem ini terdapat *roll* yang berputar dan menarik film plastik. Film plastik yang ditarik akan menuju langsung ke sistem *cutting*.

4. Sistem *Cutting*

Sistem ini berfungsi dalam memotong film plastik yang ditarik oleh sistem *unwinding*. Pemotongan film plastik yang telah ditarik disesuaikan dengan *timing* untuk dapat menghasilkan ukuran pemotongan yang sesuai.

5. Sistem *Film Transport*

Sistem *film transport* ini berfungsi untuk menempatkan film pada posisi dan disiapkan untuk proses pembungkusan. Film plastik yang telah dipotong akan ditiup oleh *airblow nozzle* hingga sampai pada *roller*. *Roller* ini memiliki fungsi untuk menarik film plastik pada posisi yang telah ditentukan dan menahan film sehingga seluruh permukaan film terbuka.

Proses selanjutnya adalah proses *product bundling*. Berikut ini merupakan sistem yang dimiliki oleh sistem *product bundling*.

1. Sistem *Feeding*

Sistem ini merupakan sistem pengaturan pemasukan produk kedalam sistem *stacking*. Produk yang diantar dengan konveyor diatur jumlahnya diatur yaitu setiap sebanyak 4 baris. Ketika 4 baris produk telah masuk, mekanisme penghalang akan dengan otomatis menghalangi jalannya produk dalam selang waktu 2 detik untuk kemudian dilakukan pemasukan 4 baris selanjutnya. Sistem *feeding* ini menandai dimulainya segmen proses penumpukan produk.

2. Sistem *Stacking*

Sistem ini merupakan sistem penumpukan produk sesuai dengan pengaturan, yaitu sebanyak 3 tingkat produk. Masing-masing tingkat berisi 4 baris sesuai yang telah ditentukan pada sistem *feeding*. Pada saat 4 baris single produk masuk, barisan produk tersebut akan diletakkan pada bagian *bottom floor* untuk kemudian diangkat ke *middle floor* untuk barisan produk kedua masuk, barisan produk tersebut diangkat menuju *middle floor*, mengangkat yang berada di *middle floor* sebelumnya ke *upper floor*. Setelah barisan produk ketiga masuk dan mengisi *bottom floor*, keseluruhan produk akan diangkat menuju sistem *pushing*.

3. Sistem *Pushing*

Sistem ini merupakan sistem pendorong produk yang telah ditumpuk dari sistem *stacking* menuju ke segmen proses pembungkusan. Tumpukan produk didorong menabrak dinding film plastik yang telah disiapkan pada sistem *film transport*. Menabrakkan tumpukan produk dengan film plastik menandakan dimulainya proses pembungkusan.

4. Sistem *Upper Holding*

Sistem ini berfungsi dalam memberikan tensi pada film plastik terhadap tumpukan produk untuk merapikan permukaan plastik yang telah terlipat. Film plastik yang ikut terdorong bersama dengan produk melewati *upper holder* untuk menahan ketika pelipatan terjadi.

5. Sistem *Back Folding*

Sistem ini dijalankan dengan timing tepat setelah ujung depan tumpukan produk sampai pada titik yang ditentukan. Sistem ini berfungsi dalam melipat bagian belakang area yang film pembungkus produk. *Back Folding* akan turun memberikan tensi sehingga merapikan lipatan menuju ke sistem *lateral sealing*.

6. Sistem *Lateral Sealing*

Sistem ini letaknya dibawah tumpukan produk yang berfungsi untuk melipat sisa bagian plastik dari sistem back folding hingga menyentuh kembali ujung sisi film bagian depan, kemudian direkatkan dengan *temperature sealer*. Hal ini disebut sebagai pembuatan *overlap*.

7. Sistem *Side Folding*

Produk yang telah terbungkus akan menuju ke sistem *side folding*. Sistem ini bertugas dalam pembentukan lipatan samping sehingga film akan membungkus keseluruhan sisi permukaan *product bundle*.

8. Sistem *Side Seal*

Sistem ini berfungsi untuk merekatkan lipatan samping dari sistem *sidefolding*, sehingga *product bundle* terkunci seluruhnya. Sistem ini menggunakan *temperature sealer* dalam merekatkan hasil lipatan.

Pemilihan faktor kritis yang mempengaruhi terjadinya cacat dilakukan berdasarkan hasil brainstorming dengan pihak perusahaan. Pemilihan faktor didasarkan oleh bentuk penanganan akar permasalahan yang telah dijelaskan pada masing-masing akar permasalahan yang terpilih. Berikut ini merupakan faktor kritis penyebab terjadinya *product collapse*, yaitu :

1. Tebal film plastik
2. Beda potensial
3. Ukuran gap antara timing belt dan green belt
4. Tekanan udara dari airblow
5. Temperatur sealer
6. Lebar film

## ***Improve***

Pada tahap *Improve* dilakukan proses seleksi dan implementasi solusi. Aktivitas pada proses *improve* adalah tindakan perbaikan dengan menggunakan *Design of Experiment* (DOE). Berikut ini adalah aktivitas yang dilakukan sebelum hingga sesudah eksperimen.

### ***5.1.3 Penetapan Variabel Respon***

Variabel respon merupakan jenis variabel yang sifatnya *dependent*. Hal ini berarti nilai yang dihasilkan oleh variabel respon bergantung terhadap perlakuan yang dilakukan oleh variabel bebas yang sifatnya *independent*. Variabel respon pada eksperimen yang akan dilakukan adalah jumlah cacat *product collapse*. Jumlah cacat *product collapse* akan dihitung untuk setiap replikasi yang dilakukan. Pada setiap replikasi akan dilakukan pencatatan jumlah cacat setiap produksi 100 produk.

### ***5.1.4 Penetapan Faktor Noise***

Pada tahap ini dilakukan penetapan variabel-variabel bebas eksperimen faktor noise yang digunakan dalam penelitian ini adalah faktor gangguan yaitu operator mesin. Operator mesin ini merupakan faktor yang memiliki kontribusi terhadap faktor respon, namun tidak dapat dikontrol.

### ***5.1.5 Penetapan Faktor Kontrol***

Pada tahap ini dilakukan penetapan variabel-variabel bebas eksperimen berdasarkan faktor yang didapat dari tahap analisa akar penyebab cacat. Sebelum menentukan faktor kontrol eksperimen, penting untuk terlebih dahulu mengetahui setting *current condition* perusahaan. Berikut ini adalah setting mesin yang digunakan sebagai kondisi awal perusahaan.



Tabel 5.2 *Current Condition Setting* Perusahaan

No	Faktor	Setting
A	Tebal Film (mikron)	21
B	Beda potensial (kV)	1,5
C	Ukuran gap antara <i>Timing Belt</i> dan <i>Green Belt</i> (mikon)	27
D	Tekanan udara <i>airblow</i> (bar)	0,5
E	Temperatur <i>Sealer</i> (°C)	140
F	Lebar Film (mm)	360

Setelah mengetahui kondisi *setting* awal perusahaan, kemudian dibentuk faktor kontrol eksperimen. Faktor kontrol merupakan faktor yang mempengaruhi hasil variabel respon. Kemudian akan ditentukan *factor level* dari setiap variabel-variabel yang ada. *Factor level* ini digunakan sebagai *setting* yang akan dikombinasikan dalam pelaksanaan eksperimen. *Setting* yang dipakai oleh perusahaan untuk *current condition* merupakan bagian dari level faktor kontrol. Berikut ini adalah variabel bebas yang digunakan pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Variabel Bebas-Level Eksperimen

No	Faktor	Level 1	Level 2	Level 3	Satuan
1	Tebal Film	-	21	25	mikron
2	Beda potensial	0,5	1,5	-	kV
3	Ukuran gap antara Timing Belt dan Green Belt	27	30	35	mikron
4	Tekanan udara <i>airblow</i>	0,2	0,5	0,9	bar
5	Temperatur <i>Sealer</i>	130	140	150	°C
6	Lebar Film	340	360	380	Mm

Terdapat enam variabel bebas yang digunakan untuk eksperimen yang dilakukan. Setiap variabel bebas memiliki level masing-masing sebagai bentuk perlakuan eksperimen. Berikut ini adalah pengelompokkan variabel bebas eksperimen.

- 1) Tebal Film (mikron), yaitu : 21 dan 25

Merupakan tebal film plastik yang digunakan pada proses produksi. Tebal ini berpengaruh terhadap pembentukan lipatan serta daya tahan plastik setelah melalui proses *wrapping*. Tebal plastik dianjurkan untuk tidak kurang dari 21 mikron dikarenakan penggunaan film dengan tebal dibawah 21 mikron akan membuat film rentan rusak ketika digunakan untuk

membungkus film. Tebal plastik juga dianjurkan untuk tidak melewati lebih dari 25 mikron agar proses pelipatan samping film plastik tidak sulit dilakukan.

- 2) Beda potensial (kV), yaitu : 0,5 dan 1,5

Beda potensial memicu daya tarik-menarik antar titik di permukaan film plastik. Semakin besar nilai beda potensial yang terkandung dalam plastik, maka akan mempermudah tarikan antar titik. Maka dari itu, diperlukan pengaturan beda potensial yang terkandung dalam film plastik dengan menggunakan *anti-staticbar*. *Anti-staticbar* menggunakan generator untuk memberikan arus terhadap permukaan film plastik yang melewati *anti-staticbar* tersebut.

- 3) Ukuran gap antara *timing belt* dan *green belt* (mikron), yaitu : 27, 30, 35

Gap antara *timing belt* dan *green belt* merupakan jalur film plastik untuk menuju *idle roller*. Ukuran biasanya disesuaikan dengan ukuran tebal film yang dilakukan. Tebal film yang biasa digunakan perusahaan adalah sebesar 21 mikron, sehingga ukuran gap antara *timing belt* dan *green belt* adalah sebesar 30 mikron. Ukuran maksimal gap *timing belt* dan *green belt* adalah sebesar 35 mikron digunakan agar jalur film tidak longgar.

- 4) Tekanan udara *airblow* (bar), yaitu : 0.2, 0.5, 0.9

Tekanan udara yang dihasilkan oleh *airblow* memberikan tekanan terhadap film plastik agar dapat bergerak. Film plastik yang telah dipotong harus di *transport* ke *idle roller*, hembusan udara yang diberikan oleh *airblow* akan membantu film untuk berjalan menuju *idle roller*. Tekanan udara yang terlalu besar ( $> 0.9$  bar) akan menyebabkan film mengalami guncangan ketika berjalan menuju *idle roller*. Guncangan ini dapat memicu terjadinya lipatan pada film ketika sampai di area *idle roller*. Tekanan udara yang terlalu kecil ( $< 0.2$  bar) akan menyebabkan film tidak terdorong menuju *idle roller*.

- 5) Temperatur *Sealer* ( $^{\circ}\text{C}$ ), yaitu : 130, 140, 150

Area *seal* merupakan tempat untuk merekatnya sambungan antara ujung film satu dengan lainnya dalam proses pembungkusan. Pemberian temperatur yang baik dapat merekatkan film plastik dengan sempurna.

Jenis bahan yang digunakan sebagai film plastik memiliki ketahanan terhadap temperatur hingga 150 °C. Pemberian temperatur yang melebihi spesifikasi tersebut dapat menyebabkan permukaan film ikut terbakar sehingga merusak area *seal*. Pemberian temperatur dibawah 130 °C dapat menyebabkan area seal tidak terekat dengan sempurna.

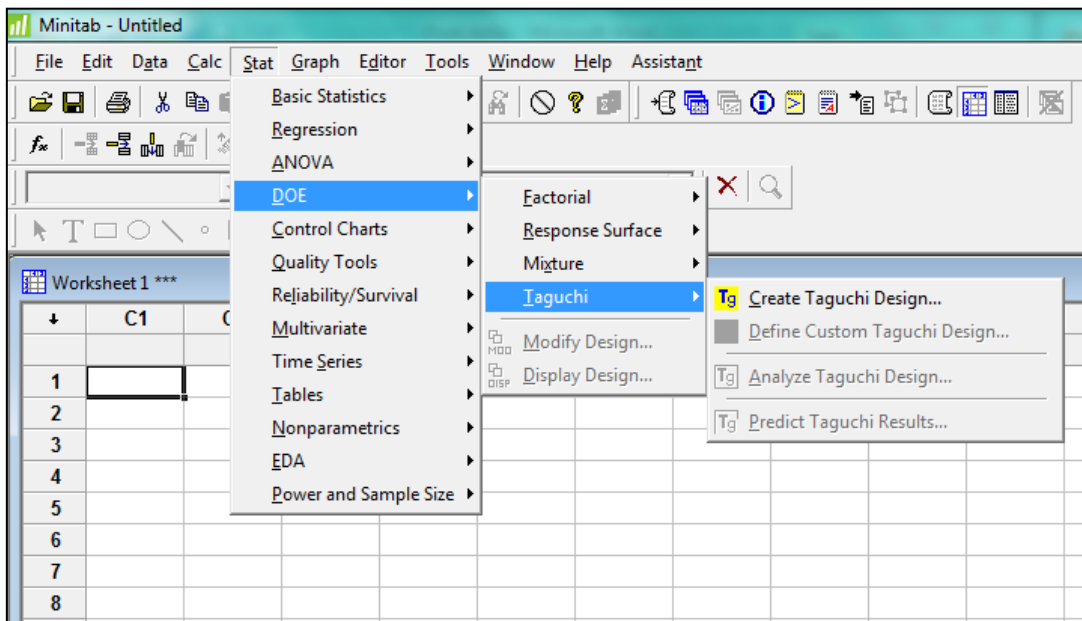
6) Lebar Film (mm), yaitu : 340, 360, 380

Merupakan lebar film plastik yang digunakan pada proses produksi. Lebar film menentukan kemudahan transport film ke *idle roller*. Film yang lebih lebar akan mempermudah jalannya film menuju *idle roller*. Lebar film yang kurang dari 340 akan memicu terbukanya lipatan samping dikarenakan area seal yang terbentuk kecil. Namun jika film memiliki lebar lebih dari 380 mm, cacat lebih mudah terjadi karena guncangan ketika diberikan tekanan angin lebih mudah terjadi.

#### 5.1.6 Pembuatan Orthogonal Array

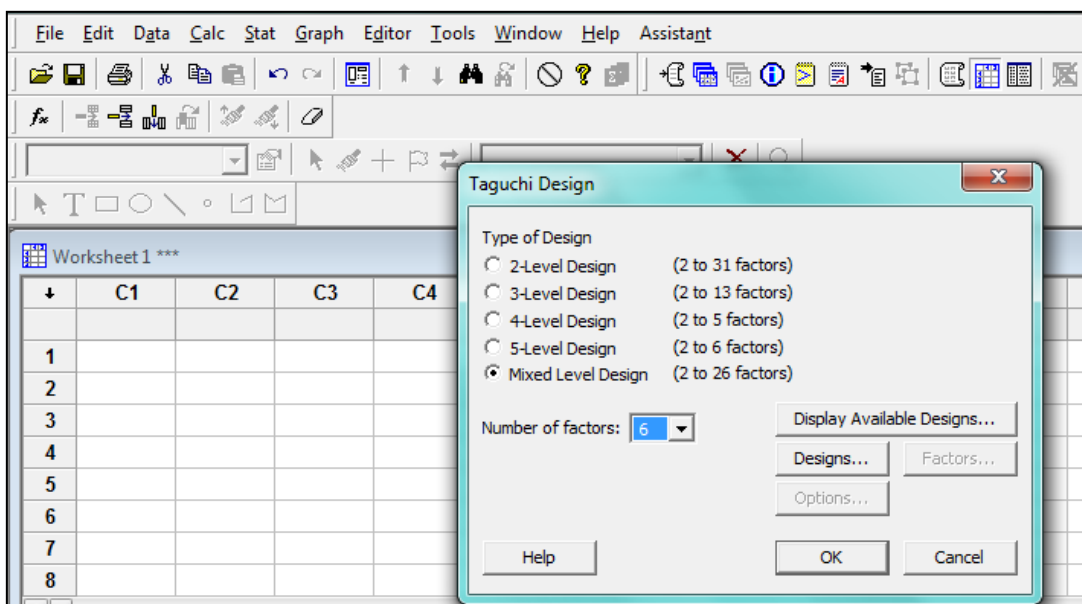
Berdasarkan kombinasi faktor level, dibuat jumlah eksperimen yang perlu dilakukan menggunakan prinsip tabel *orthogonal array*. Terdapat enam variabel independent yang mempengaruhi variabel respon jumlah cacat *product collapse*. Level variabel *independent* yang terbentuk memiliki memiliki dua macam, yakni faktor A dan faktor B yang memiliki 2 level. Sedangkan faktor C, faktor D, faktor E, dan faktor F memiliki 3 level. Berdasarkan variabelnya matrix orthogonal yang terbentuk adalah ( $2^2 \times 3^4$ ). Jenis orthogonal mix level merupakan jenis orthogonal yang digunakan untuk mengatasi perbedaan level dari variabel *independent* yang terbentuk.

Pembuatan *orthogonal array* menggunakan software Minitab. Langkah pertama, pada *main menu*, pilih ‘Stat → DOE → Taguchi → Create Taguchi Design’.



Gambar 5.2Langkah 1

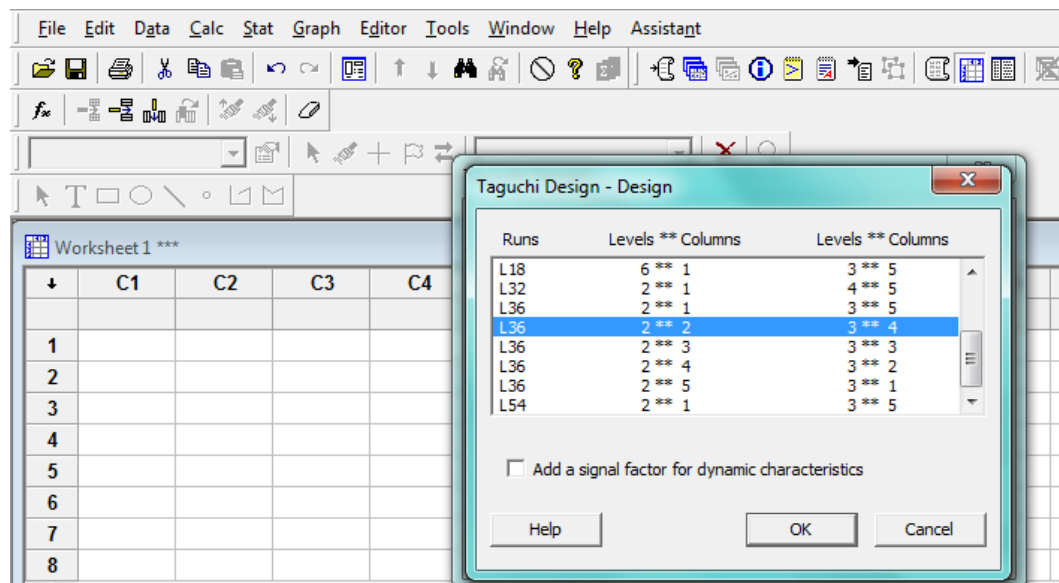
Langkah kedua, pada kotak dialog “Taguchi Design” yang muncul, pilih “Mixed Level Design” untuk jenis desain yang akan digunakan. Untuk menentukan jumlah faktor, pilih angka 6 pada “Number of factors”. Kemudian ke pengaturan “Design” untuk memilih desain *orthogonal array*.



Gambar 5.3Langkah 2

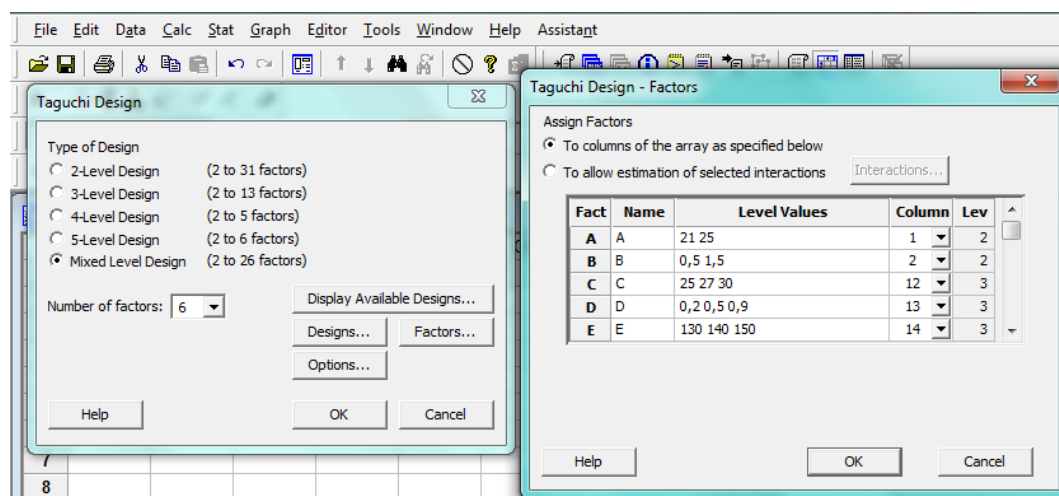
Langkah ketiga, pada kotak dialog “Taguchi Design – Design”, pemilihan jumlah *running* disesuaikan dengan level masing-masing faktor. Pada

eksperimen ini dipilih *running* sebanyak 36 *run* berdasarkan jumlah “level\*\*column” yaitu “2\*\*2” untuk 2 faktor yang memiliki 2 level dan “3\*\*4” untuk 4 faktor yang memiliki 3 level.



Gambar 5.4Langkah 3

Langkah keempat, pendefinisian faktor dan level dilakukan pada kotak dialog “Taguchi Design – Factors”. Pada “Level Values” didefinisikan nilai masing-masing level untuk setiap faktor. *Column* yang ditentukan dipilih untuk sesuai urutan awal dari pilihan yang tersedia.



Gambar 5.5Langkah 4

Jumlah *orthogonal array* yang digunakan adalah OA L<sub>36</sub> ( $2^2 \times 3^4$ ) dengan jumlah *running* eksperimen sebanyak 36 kali berdasarkan prinsip Taguchi. *Orthogonal array* yang terbentuk dapat dilihat pada LAMPRIAN IV.

#### 5.1.7 Tahap Eksperimen

Eksperimen dilakukan sesuai setting dan jumlah eksperimen yang telah ditentukan pada tahap *Pre-Experiment of Design*. Eksperimen dilakukan selama satu shift produksi, yaitu selama 8 jam kerja. Berikut ini adalah prosedur eksperimen yang dilakukan.

Rekap hasil pelaksanaan eksperimen *Taguchi method* dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4Rekapan Hasil Eksperimen *Taguchi Method*

ExperimentNumber	INNER ARRAY						OUTER ARRAY				
	Control Factor Assignment & Column Number						Noise Factor Assignment				
	1	2	3	4	5	6	Kondisi Operator				
	A	B	C	D	E	F	N1	N2	N3	N4	N5
Current	21	0,5	27	0,5	140	360	20	19	13	22	15
1	21	0,5	25	0,2	130	340	8	12	11	10	9
2	21	0,5	27	0,5	140	360	3	3	5	5	4
3	21	0,5	30	0,9	150	380	35	37	29	37	36
4	21	0,5	25	0,2	130	340	7	9	9	9	10
5	21	0,5	27	0,5	140	360	4	5	5	4	6
6	21	0,5	30	0,9	150	380	33	33	40	38	39
7	21	0,5	25	0,2	140	380	10	13	14	12	16
8	21	0,5	27	0,5	150	340	5	8	6	7	8
9	21	0,5	30	0,9	130	360	25	32	31	27	29
10	21	1,5	25	0,2	150	360	16	17	16	17	18
11	21	1,5	27	0,5	130	380	24	26	24	22	25
12	21	1,5	30	0,9	140	340	44	46	45	48	41
13	21	1,5	25	0,5	150	340	17	23	19	19	20
14	21	1,5	27	0,9	130	360	34	32	41	38	37
15	21	1,5	30	0,2	140	380	25	30	27	28	29
16	21	1,5	25	0,5	150	360	19	22	20	21	25
17	21	1,5	27	0,9	130	380	39	36	36	39	40
18	21	1,5	30	0,2	140	340	18	17	20	21	18
19	25	0,5	25	0,5	130	380	17	17	18	16	19

Tabel 5.4Rekapan Hasil Eksperimen *Taguchi Method*

ExperimentNumber	INNER ARRAY						OUTER ARRAY				
	Control Factor Assignment & Column Number						Noise Factor Assignment				
	1	2	3	4	5	6	Kondisi Operator				
	A	B	C	D	E	F	N1	N2	N3	N4	N5
20	25	0,5	27	0,9	140	340	25	27	25	26	28
21	25	0,5	30	0,2	150	360	22	25	24	25	25
22	25	0,5	25	0,5	140	380	19	19	20	17	15
23	25	0,5	27	0,9	150	340	33	27	29	26	29
24	25	0,5	30	0,2	130	360	22	30	28	23	25
25	25	0,5	25	0,9	140	340	24	21	26	23	24
26	25	0,5	27	0,2	150	360	25	25	28	21	22
27	25	0,5	30	0,5	130	380	20	21	16	19	21
28	25	1,5	25	0,9	140	360	27	25	29	28	27
29	25	1,5	27	0,2	150	380	25	24	22	20	22
30	25	1,5	30	0,5	130	340	27	26	25	29	24
31	25	1,5	25	0,9	150	380	26	25	27	29	25
32	25	1,5	27	0,2	130	340	17	16	20	18	16
33	25	1,5	30	0,5	140	360	27	28	31	33	30
34	25	1,5	25	0,9	130	360	33	34	28	29	30
35	25	1,5	27	0,2	140	380	22	25	26	23	23
36	25	1,5	30	0,5	150	340	25	24	23	26	29



### 5.1.8 Perhitungan S/N Ratio

Setelah dilaksanakan eksperimen, dilakukan analisa terhadap persebaran data dengan menggunakan S/N Ratio untuk didapatkan variabel-variabel yang berkontribusi pada pengurangan variansi. Perhitungan S/N Ratio menggunakan *Mean Square Deviation* (MSD) digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing faktor dan interaksi terhadap sebaran yang dihasilkan. Karakteristik kualitas yang digunakan dalam eksperimen adalah “*lower is better*”, dimana tujuan utama eksperimen adalah untuk meminimalkan jumlah cacat *product collapse*.

Berikut ini merupakan tabel rekap hasil perhitungan nilai rata-rata ( $Y_{average}$ ), standar deviasi, dan nilai S/N *ratio*.

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Rata-rata, Standar Deviasi, dan S/N *Ratio*

No	Jumlah Cacat/100					$Y_{average}$	standar deviasi	S/N ratio
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5			
1	0,08	0,12	0,11	0,1	0,09	0,1	0,016	19,893
2	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04	0,04	0,010	27,696
3	0,35	0,37	0,29	0,37	0,36	0,348	0,033	9,128
4	0,07	0,09	0,09	0,09	0,1	0,088	0,011	21,044
5	0,04	0,05	0,05	0,04	0,06	0,048	0,008	26,245
6	0,33	0,33	0,4	0,38	0,39	0,366	0,034	8,694
7	0,1	0,13	0,14	0,12	0,16	0,13	0,022	17,595
8	0,05	0,08	0,06	0,07	0,08	0,068	0,013	23,193
9	0,25	0,32	0,31	0,27	0,29	0,288	0,029	10,769
10	0,16	0,17	0,16	0,17	0,18	0,168	0,008	15,483
11	0,24	0,26	0,24	0,22	0,25	0,242	0,015	12,307
12	0,44	0,46	0,45	0,48	0,41	0,448	0,026	6,960
13	0,17	0,23	0,19	0,19	0,2	0,196	0,022	14,101
14	0,34	0,32	0,41	0,38	0,37	0,364	0,035	8,738
15	0,25	0,3	0,27	0,28	0,29	0,278	0,019	11,098
16	0,19	0,22	0,2	0,21	0,25	0,214	0,023	13,342
17	0,39	0,36	0,36	0,39	0,4	0,38	0,019	8,394
18	0,18	0,17	0,2	0,21	0,18	0,188	0,016	14,484
19	0,17	0,17	0,18	0,16	0,19	0,174	0,011	15,170
20	0,25	0,27	0,25	0,26	0,28	0,262	0,013	11,623
21	0,22	0,25	0,24	0,25	0,25	0,242	0,013	12,311
22	0,19	0,19	0,2	0,17	0,15	0,18	0,020	14,841
23	0,33	0,27	0,29	0,26	0,29	0,288	0,027	10,775
24	0,22	0,3	0,28	0,23	0,25	0,256	0,034	11,761

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Rata-rata, Standar Deviasi, dan S/N Ratio

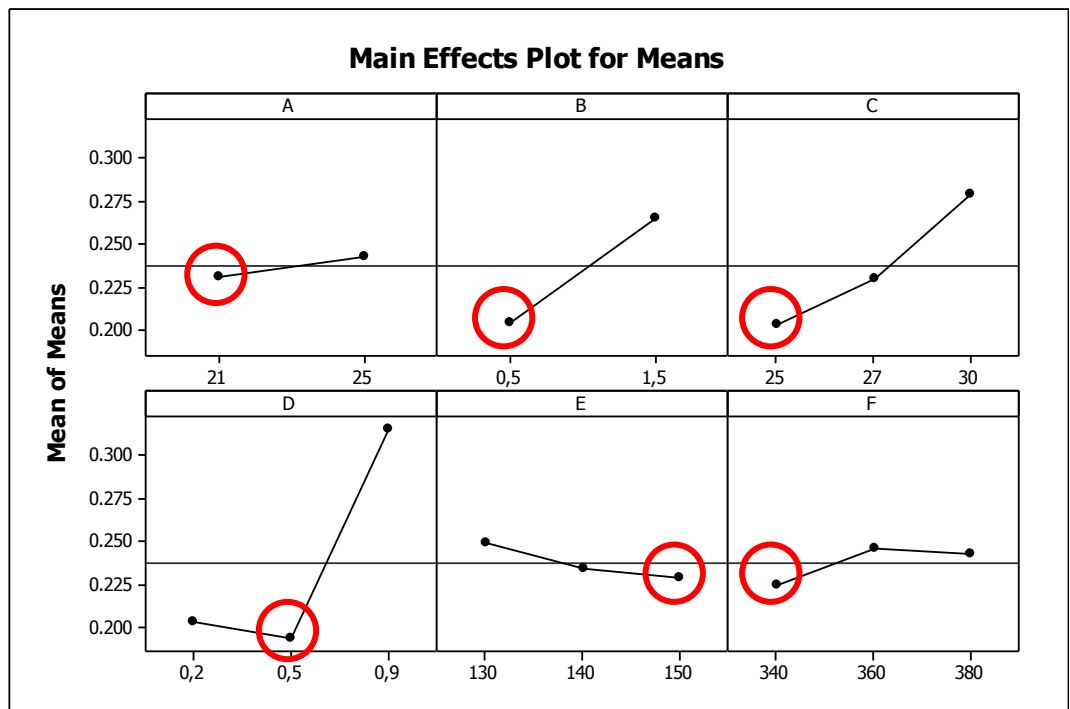
No	Jumlah Cacat/100					Y <sub>average</sub>	standar deviasi	S/N ratio
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5			
25	0,24	0,21	0,26	0,23	0,24	0,236	0,018	12,516
26	0,25	0,25	0,28	0,21	0,22	0,242	0,028	12,267
27	0,2	0,21	0,16	0,19	0,21	0,194	0,021	14,195
28	0,27	0,25	0,29	0,28	0,27	0,272	0,015	11,296
29	0,25	0,24	0,22	0,2	0,22	0,226	0,019	12,886
30	0,27	0,26	0,25	0,29	0,24	0,262	0,019	11,611
31	0,26	0,25	0,27	0,29	0,25	0,264	0,017	11,551
32	0,17	0,16	0,2	0,18	0,16	0,174	0,017	15,149
33	0,27	0,28	0,31	0,33	0,3	0,298	0,024	10,488
34	0,33	0,34	0,28	0,29	0,3	0,308	0,026	10,198
35	0,22	0,25	0,26	0,23	0,23	0,238	0,016	12,448
36	0,25	0,24	0,23	0,26	0,29	0,254	0,023	11,868

#### 5.1.9 Kombinasi Optimum dan Analisa Mean Effect Level Faktor

Pencarian titik optimum dilakukan dengan membandingkan karakteristik kualitas yang digunakan sebelumnya yakni “*lower is better*”. Dengan mencari *main effect* dari nilai S/N ratio, dapat ditemukan nilai S/N ratio untuk masing-masing level faktor. Karakteristik kualitas digunakan untuk menentukan level faktor yang mendekati karakteristik kualitas “*lower is better*”, yakni nilai *average effect* dari S/N ratio yang paling kecil yang ditentukan sebagai level optimum masing-masing faktor.

Berdasarkan Tabel 5.6 pada subbab sebelumnya dilakukan perhitungan nilai average dari Y<sub>average</sub> yang telah diketahui. Perhitungan ini dilakukan untuk dapat melihat *main effect* dari tabel hasil eksperimen yang telah dilakukan. *Main effect* ini merupakan besarnya pengaruh masing-masing level faktor terhadap variabel respon.

Berikut ini adalah rekapitan hasil perhitungan nilai *main effect* dari Y<sub>average</sub> hasil eksperimen.

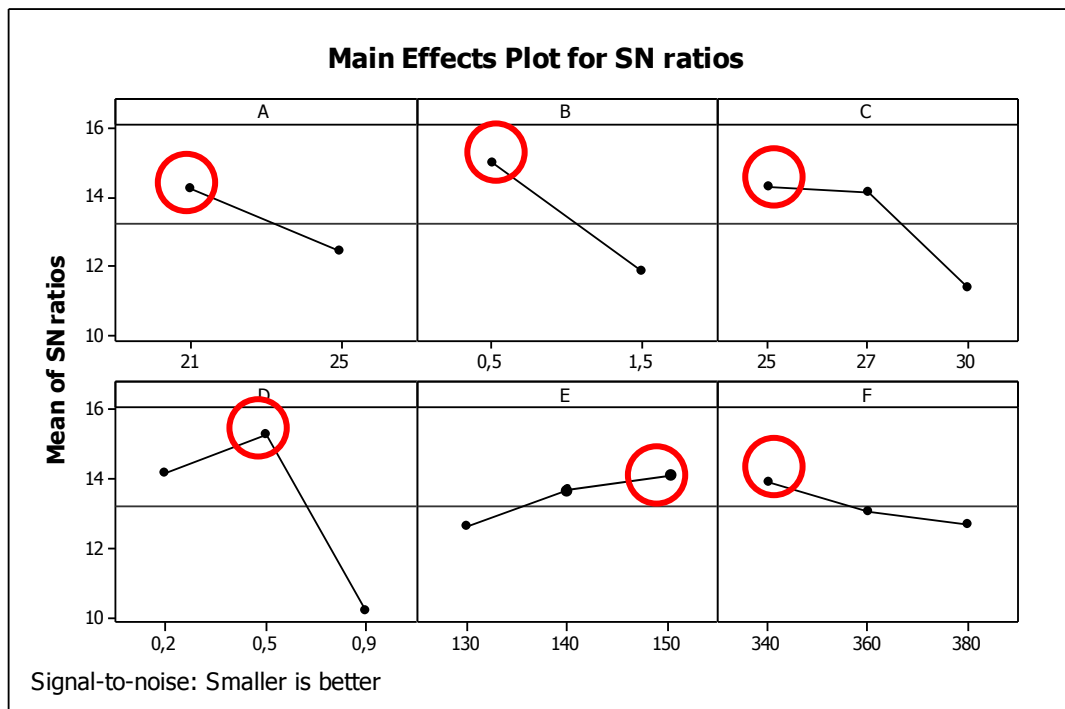


Gambar 5. 6 Grafik *Main Effect* untuk  $Y_{\text{average}}$

Pada plot *main effect* untuk  $Y_{\text{average}}$ , dengan patokan karakteristik kualitas yang dipilih “*lower is better*”, level optimum pada masing-masing faktor adalah titik yang memiliki nilai paling kecil. Pada Gambar 5.1 diatas, lingkaran merah menunjukkan titik optimum yang terpilih karena merupakan nilai yang paling kecil dari masing-masing faktor.

Selain menghitung nilai *main effect* dari  $Y_{\text{average}}$ , level optimum juga dapat ditentukan berdasarkan nilai *S/N ratio*. Berdasarkan Tabel 5.6, perhitungan juga dilakukan untuk menghitung nilai average dari *S/N ratio* yang telah diketahui.

Berikut ini adalah grafik *main effect S/N ratio* yang dibentuk menggunakan *software* Minitab.



Gambar 5. 7Grafik Average Value dari S/N ratio

Dengan menggunakan karakteristik kualitas “*lower is better*”, dapat diketahui bahwa titik yang menempati posisi paling tinggi pada grafik, yang memiliki nilai *main effect* S/N ratio paling rendah, merupakan titik yang terpilih. Pemilihan titik ini untuk memilih level optimum dari masing-masing faktor.

Pemberian alternatif masalah diberikan berdasarkan permasalahan yang didapatkan dari tahap identifikasi permasalahan. Agar dapat menyelesaikan permasalahan, maka harus menghentikan akar penyebab terjadinya *defect product collapse*. Untuk itu dibuat mekanisme kontrol berdasarkan faktor-faktor yang terpilih sebagai akar permasalahan sebagai berikut Level optimum dari masing-masing faktor dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.6 Level Optimum Masing-masing Faktor

No	Parameter	Spesifikasi Kontrol	Oleh	Alat Kontrol	Frekuensi
1	Tebal Film	21 mikron	Operator	<i>Set Up</i> Material	Dilakukan sebelum proses produksi berjalan
2	Beda Potensial	0,5 kV	Operator	<i>Set Up</i> voltage generator	
3	Ukuran gap antara Timing Belt dan <i>Green Belt</i>	25 mikron	Operator	<i>Set Up Machine Wrapping</i>	
4	Tekanan udara <i>airblow</i>	0,5 bar	Operator	<i>Set Up</i> pressure	
5	Temperatur <i>sealing</i>	150 °C	Operator	<i>Set Up</i> temperatur	
6	Lebar Film	340 mm	Operator	<i>Set Up</i> Material	

#### 5.1.10 Analysis of Variance (ANOVA)

ANOVA digunakan untuk menganalisa kontribusi antar variabel agar akurasi perkiraan model dapat ditentukan. Faktor ANOVA untuk suatu matrik Orthogonal yang dilakukan berdasarkan perhitungan masing-masing variabel eksperimen. Setelah dilakukan ANOVA, dilakukan Uji hipotesis untuk membuktikan adanya pengaruh signifikan dari seluruh faktor terhadap variabel respon yang diamati.

Berikut ini merupakan rekapitan hasil uji ANOVA dengan menggunakan *software* Minitab.

Tabel 5.7 Hasil Uji ANOVA

Source	Description	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P-value
A	Tebal Film	1	0,024807	0,004807	0,004807	7,4	0,052
B	Beda potensial	1	0,038616	0,038616	0,038616	17,07	0
C	Ukuran gap antara Timing Belt dan <i>Green Belt</i>	2	0,05482	0,05482	0,02741	12,56	0
D	Tekanan udara <i>airblow</i>	2	0,108704	0,108704	0,054352	28,78	0
E	<i>Temperatur Sealer</i>	2	0,003156	0,003156	0,001578	0,72	0,495
F	Lebar Film	2	0,051814	0,051814	0,025907	8,02	0,042
<i>Error</i>		25	0,054556	0,054556	0,002182		
<i>Total</i>		35	0,336473				

Berdasarkan hasil uji ANOVA diatas, dapat dibuat kriteria pengambilan keputusan untuk menentukan faktor mana yang signifikan dalam eksperimen. Pengambilan keputusan dilakukan dengan menggunakan pengujian signifikansi, dimana faktor yang lulus pengujian dianggap memiliki pengaruh signifikan terhadap jumlah cacat *product collapse* yang terjadi. Berikut ini adalah hasil uji signifikansi terhadap seluruh faktor eksperimen.

$H_0$  = Faktor **tidakberpengaruhsignifikan** terhadap variabel respon

$H_A$  = Faktor **berpengaruhsignifikan** terhadap variabel respon

Dimana,

faktor A: P-value (0,052) >  $\alpha$  (0,05), sehingga terima  $H_0$ ,

faktor B: P-value (0,000) <  $\alpha$  (0,05), sehingga **tolak  $H_0$** ,

faktor C: P-value (0,000) <  $\alpha$  (0,05), sehingga **tolak  $H_0$** ,

faktor D: P-value (0,000) <  $\alpha$  (0,05), sehingga **tolak  $H_0$** ,

faktor E: P-value (0,495) >  $\alpha$  (0,05), sehingga terima  $H_0$ , dan

faktor F: P-value (0,042) <  $\alpha$  (0,05), sehingga **tolak  $H_0$** .

Kesimpulan yang dapat diambil dari uji signifikansi diatas adalah untuk faktor B, faktor C, faktor D, dan faktor F memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel respon, dilihat dari P-value yang berada dibawah 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa dengan mengubah level yang dimiliki oleh faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi variabel respon dari eksperimen, yakni jumlah cacat *product collapse* yang terjadi. Untuk faktor A dan faktor E, yakni tebal film dan temperatur *sealer* memiliki P-value lebih dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor A dan faktor E tidak berpengaruh secara signifikan terhadap pembentukan variabel respon eksperimen.

#### 5.1.11 Pooling Factor ANOVA

*Pooling factor* dilakukan pada tebal film (faktor A) dan temperatur sealer (faktor E) karena hasil uji signifikansi menunjukkan faktor tersebut tidak berpengaruh secara signifikan. *Pooling factor* dilakukan untuk mengestimasi

variansi *error* pada ANOVA. Variansi *error* dari faktor yang tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel respon akan diakumulasikan terhadap variansi *error* total. Dengan kata lain, faktor-faktor yang tidak signifikan terhadap pembentukan variabel respon akan dihilangkan untuk kemudian dilakukan lagi perhitungan ANOVA. *Pooling factor* dalam *design of experiment* Taguchi dilakukan terus-menerus hingga didapatkan hasil bahwa seluruh faktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Berikut ini adalah hasil perhitungan ANOVA setelah dilakukan *pooling factor*.

Tabel 5.8 Hasil Uji ANOVA Setelah Dilakukan *Pooling Factor*

Source	Description	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P-value
A	Tebal Film	<i>pooled factor</i>					
B	Beda potensial	1	0,038616	0,038616	0,038616	19,24	0
C	Ukuran gap antara Timing Belt dan Green Belt	2	0,05482	0,05482	0,02741	14,01	0
D	Tekanan udara airblow	2	0,108704	0,108704	0,054352	30,1	0
E	Temperatur Sealer	<i>pooled factor</i>					
F	Lebar Film	2	0,051814	0,051814	0,025907	7,54	0,049
Error		25	0,082519	0,062519	0,002501		
Total		35	0,336473				

Berdasarkan hasil perhitungan ANOVA pada Tabel 4.4 akan dilakukan kembali uji signifikansi. Berikut ini merupakan hasil uji signifikansi terhadap beda potensial (faktor B), ukuran gap *timing belt* dan *green belt* (faktor C), tekanan udara airblow (faktor D), dan lebar film (faktor F).

$H_0$  = Faktor **tidakberpengaruhsignifikan** terhadap variabel respon

$H_A$  = Faktor **berpengaruhsignifikan** terhadap variabel respon

Dimana,

faktor B: P-value (0,000) <  $\alpha$  (0,05), sehingga **tolak  $H_0$** ,

faktor C: P-value (0,000) <  $\alpha$  (0,05), sehingga **tolak  $H_0$** ,

faktor D: P-value (0,000) <  $\alpha$  (0,05), sehingga **tolak  $H_0$** ,

faktor F: P-value (0,049) <  $\alpha$  (0,05), sehingga **tolak  $H_0$** .

Berdasarkan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa tidak ada faktor yang tidak berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon, yakni jumlah cacat *product collapse* yang terbentuk. Dengan demikian telah didapatkan kondisi seluruh faktor berpengaruh signifikan.

Setelah didapatkan kondisi faktor yang signifikan, selanjutnya perlu ditentukan persentase kontribusi dari masing-masing faktor B, faktor C, faktor D, dan faktor F. Berikut ini merupakan contoh perhitungan dari nilai persentase kontribusi faktor.

$$SS'_{\text{faktor}} = \text{Seq } SS_{\text{faktor}} - (df \times \text{Adj } MS_{\text{error}}) \dots\dots\dots (4)$$

$$CL_{\text{faktor}} = \text{Seq } SS'_{\text{faktor}} / \text{Seq } SS_{\text{total}}$$

Menghitung persentase faktor B

$$SS'_B = 0,03862 - (1 \times 0,0025)$$

$$SS'_B = 0,03612$$

$$CL_B = 0,03612 / 0,336473$$

$$CL_B = 10,73\%$$

Berikut ini merupakan hasil perhitungan persentase kontribusi dari masing-masing faktor yang berpengaruh secara signifikan.

Tabel 5.9 Persentase Kontribusi Faktor Terhadap Variabel Respon

Source	Description	Seq SS' faktor	kontribusi (CL)
D	Tekanan udara airblow	0,1037	30,82%
C	Ukuran gap antara Timing Belt dan Green Belt	0,0498	14,81%
F	Lebar Film	0,0468	13,91%
B	Beda potensial	0,0361	10,73%
A	Tebal Film	<i>pooled</i>	
E	Temperatur Sealer	<i>pooled</i>	
Total			70,27%

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa terjadinya cacat *product collapse* disebabkan oleh tekanan udara *airblow* sebagai pemberi kontribusi



terbesar (30,82%), dilanjutkan oleh ukuran gap timing belt dan green belt (14,81%), lebar film (13,91%), dan beda potensial (10,73%).

Prediksi nilai rata-rata S/N optimum untuk selisih diagonal pada kondisi optimal adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu_{\text{prediksi}} &= B_1 + C_1 + D_2 + F_1 - 3y \\ &= (14,949) + (14,274) + (15,336) + (13,930) - (3 \times 13,304) \\ &= 18,58\end{aligned}$$

Interval kepercayaan merupakan nilai maksimum dan minimum dimana diharapkan nilai rata-rata sebenarnya akan tercakup dengan beberapa persentase kepercayaan tertentu.

$$\begin{aligned}n_{\text{eff}} &= 36/(1+7) = 4,5 \\ R &= 5 \\ F_{0,05;(1,25)} &= 4,242 \\ V_e &= 0,002501 \\ CI_{SN} &= \pm \sqrt{F.V \left( \frac{1}{n_{\text{eff}}} + \frac{1}{R} \right)} \dots\dots\dots(5) \\ &= \pm \sqrt{(4,242).(0,002501) \left( \frac{1}{4,5} \right)} \\ &= \pm 0,297269\end{aligned}$$

Interval kepercayaan untuk prediksi rata-rata S/N *ratio* adalah  $(18,28273) < 18,58 < (18,87727)$ .

#### 5.1.12 Eksperimen Konfirmasi

Dalam Eksperimen Konfirmasi ini akan dilakukan uji terhadap variabel sesuai dengan *factor level* optimum yang memiliki signifikansi terhadap variabel respon, dimana faktor-faktor yang tidak signifikan akan ditetapkan pada sembarang level. Pada Eksperimen Konfirmasi ini dilakukan percobaan untuk memeriksa kesimpulan yang didapatkan serta untuk memverifikasi dugaan terhadap penentuan variabel eksperimen dan perancangan *factor level* optimum

berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan. Perlu diketahui bahwa jumlah replikasi dari eksperimen konfirmasi harus lebih besar dari replikasi eksperimen yang telah dilakukan.

Berikut ini ditampilkan rekap hasil eksperimen konfirmasi pada Tabel 4.6.

Tabel 5.10 Hasil Eksperimen Konfirmasi

No.	Jumlah Cacat	Jumlah Cacat/100 bundle
1	9	0,09
2	5	0,05
3	2	0,02
4	8	0,08
5	4	0,04
6	5	0,05
7	11	0,11
8	2	0,02
9	14	0,14
10	3	0,03
Yaverage		0,063
st dev		0,0406
SN Ratio		22,50684617

Berikut ini diberikan perhitungan untuk interval kepercayaan hasil eksperimen konfirmasi.

$$n_{\text{eff}} = 36/(1+7) = 4,5$$

$$R = 5$$

$$F_{0.05;(1,25)} = 4,242$$

$$V_e = 0,002501$$

$$\begin{aligned}
 CI_{\text{SN}} &= \pm \sqrt{F.V \left( \frac{1}{n_{\text{eff}}} + \frac{1}{R} \right)} \dots\dots\dots (5) \\
 &= \pm \sqrt{(4,242).(0,002501) \left( \frac{1}{4,5} + \frac{1}{10} \right)} \\
 &= \pm 0,330448
 \end{aligned}$$

Interval kepercayaan untuk prediksi rata-rata S/N *ratio* adalah (26,60078) < 26,93122 < (27,26167).

Perbandingan antara interval kepercayaan eksperimen awal dan interval kepercayaan pada eksperimen konfirmasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.11 Perbandingan Eksperimen Awal dan Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen Awal	18,28273	<	18,58	<	18,87727
Eksperimen Konfirmasi	22,1764	<	22,50685	<	22,83729

Berdasarkan tabel dapat dilihat bahwa rata-rata *S/N ratio* eksperimen konfirmasi bergeser ke arah positif sebesar 8,35 poin. Semakin besar nilai rata-rata *S/N ratio* menunjukkan bahwa proses yang berjalan semakin baik. Kenaikan nilai rata-rata *S/N ratio* disebabkan oleh kombinasi level-faktor yang menghasilkan output yang optimal, dalam hal ini yaitu jumlah *defect* minimal. Kenaikan tersebut juga menunjukkan bahwa kombinasi optimal yang diberikan telah valid dan dapat menghasilkan output dengan variansi kecil.

#### 5.1.13 Setting Parameter

Berikut ini merupakan *setting* parameter untuk setting setiap faktor.

Tabel 5.12 Setting Parameter Optimal

No	Parameter	Spesifikasi Kontrol	Oleh	Alat Kontrol	Frekuensi
1	Tebal Film	21 mikron	Operator	<i>Set Up Material</i>	Dilakukan sebelum proses produksi berjalan
2	Beda Potensial	0,5 kV	Operator	<i>Set Up voltage generator</i>	
3	Ukuran gap antara Timing Belt dan <i>Green Belt</i>	25 mikron	Operator	<i>Set Up Machine Wrapping</i>	
4	Tekanan udara <i>airblow</i>	0,5 bar	Operator	<i>Set Up pressure</i>	
5	Temperatur <i>sealing</i>	150 °C	Operator	<i>Set Up temperatur</i>	

Tabel 5.12 Setting Parameter Optimal

No	Parameter	Spesifikasi Kontrol	Oleh	Alat Kontrol	Frekuensi
6	Lebar Film	340 mm	Operator	<i>Set Up</i> Material	

Berdasarkan hasil eksperimen tersebut dapat diketahui bahwa desain *setting* optimal yang dihasilkan dengan menggunakan metode Taguchi terbukti dapat menggeser nilai rata-rata jumlah *product collapse* yang dihasilkan ke arah target dan dapat meminimalkan variasi yang disebabkan oleh faktor *noise*. Hal ini menunjukkan bahwa usulan desain *setting* terhadap faktor-faktor ini kokoh (*robust*) dan tahan terhadap perubahan faktor *noise*.

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab 6 dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran. Kesimpulan yang diberikan dibuat untuk menjawab tujuan penelitian. Saran yang diberikan merupakan rekomendasi terhadap perbaikan perusahaan dan penelitian selanjutnya.

#### **6.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Proses yang dijadikan sebagai objek *improvement* adalah proses *wrapping*.
2. Terdapat lima jenis cacat pada produksi Pasta Gigi PSD 225 gram yaitu permukaan tidak rata, karton penyok, *product collapse*, *surface tear*, dan film nyangkut.
3. Prioritas perbaikan dilakukan pada cacat *product collapse* yang memiliki persentase paling tinggi dibandingkan dengan cacat lainnya selama periode tahun 2016.
4. Kapabilitas sigma perusahaan untuk proses *wrapping* adalah sebesar 3,79 sigma.
5. Faktor-faktor penyebab cacat *product collapse* secara umum adalah pada mesin *wrapping* dan pada material film plastik sendiri.
6. Faktor-faktor penyebab cacat *product collapse* adalah tebal film, tekanan udara *airblow*, ukuran *gap timing belt* dan *green belt*, lebar film, beda potensial, dan temperatur *sealing*.
7. Berdasarkan nilai *S/N Ratio* yang paling optimum, didapatkan kombinasi level-faktor optimum yaitu tebal film (21 mikron), beda potensial (0,5 kV), ukuran *gap timing belt* dan *green belt* (25 mikron), tekanan udara *airblow* (0,5 bar), temperatur *sealing* (150 °C), lebar film (340 mm).

## **6.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan untuk perusahaan adalah:

1. Agar hasil alternatif perbaikan lebih akurat, sebaiknya perusahaan melakukan pengamatan lanjutan selama beberapa waktu, tidak hanya dari hasil eksperimen konfirmasi yang hanya mengamati 10 sampel.
2. Sebaiknya PT XYZ melakukan perbaikan terhadap karakteristik kualitas yang lain, sebagai langkah perbaikan berkelanjutan kedepannya.
3. Dokumentasi data-data yang berhubungan dengan kecacatan dan gangguan produksi perlu dilakukan dengan benar, agar tidak mempersulit pembacaan data historis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharya, J. (2014). Root Cause Analysis – A Practice to Understanding and Control the Failure Management in Manufacturing Industry. *International Journal of Business and Management Invention*, 12-20.
- Doggett, M. (2005). Root Cause Analysis: A Framework for Tool Selection. *American Society for Quality*, 33-45.
- Farikhatin, E. (2010). *Perancangan Parameter Taguchi Untuk Optimasi Proses Coating Tablet Dengan Model Artificial Neural Network Pada Industri Farmasi*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Gaspersz, V.(2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gelman, A. (2005). Analysis of Variance-Why it is more important than ever. *The Annalysis of Statistics*, 33, 1-53.
- Ostertagova, E., & Ostertag, O. (2013). Methodology and Application of One-way ANOVA. *American Journal of Mechanical Engineering*, 1, 256-261.
- Ostertagova, E., & Ostertag, O. (2013). Methodology and Application of One-way ANOVA. *American Jorunal of Mechanical Engineering* , 256-261.
- Pandis, N. (2015). Two-way analysis of variance: Part 1. *American Journal of Orthdontics & Dentofacial Orthopedics* .
- Pande, P. S., Neuman, R. P. & Cavanagh, R. R..(2000). *The Six Sigma Way*. New York: McGraw Hill.
- Putra, M. P. (2010). *Identifikasi Solusi Alternatif Terhadap Keputusan Investasi Mesin Produksi Menggunakan Metode Design of Experiments*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Roy, R. (2004). Design of Experiments (DOE) Using the Taguchi Approach. *A journal of the Reliability Analysis Center*.
- Serrat, O. (2009). The Five Whys Technique. *Knowledge Solutions* (hal. 30-33). Asian Development Bank.
- Supriyanto, H. & Maftuhah, D. I. (2017). A Lean Six Sigma Process Case Study. *International Journal of Mechanical Engineering and Technolody(UMET)*, Scopus Indexed, 8 (7), July, 498-509.

- Top Brand Award. (2017). *Top Brand Survey: Survey Result*. Dipetik Februari 25, 2017, dari Top Brand Award Website: [http://www.topbrand-award.com/top-brand-survey/survey-result/top\\_brand\\_index](http://www.topbrand-award.com/top-brand-survey/survey-result/top_brand_index)
- Zaldianto, E. (2013). *Perbaikan Kualitas Pada Proses Produksi Roti Dengan Menggunakan Metode Six Sigma*. Pekanbaru: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.



## LAMPIRAN I

### ***OPERATION PROCESS CHART* PASTA GIGI PSD 225 GRAM**

Pada bagian ini akan ditampilkan *Operation Process Chart* (OPC) dari proses produksi pasta gigi jenis PSD 225 gram. Pada *Operation Process Chart* ini terdapat 33 operasi dan 4 inspeksi yang dilakukan dalam produksi pembuatan pasta gigi jenis tersebut.



LAMPIRAN II

**ILUSTRASI PERBANDINGAN *DEFECT* DAN  
STANDAR PERUSAHAAN**

Pada bagian ini ditampilkan ilustrasi perbandingan antara produk cacat (*defect product*) dengan produk normal yang menjadi standar perusahaan.

**1. *Volume Down***

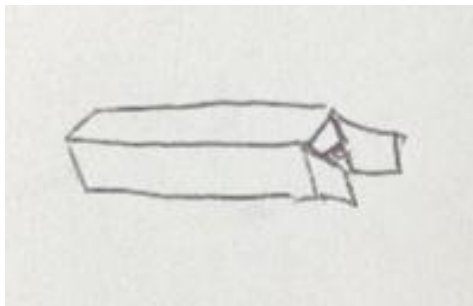


***DefectProduct***

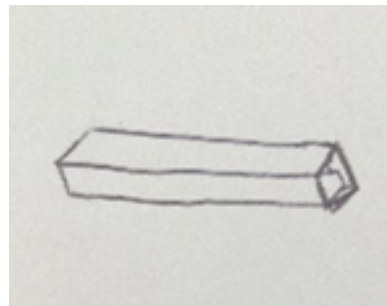


**Standar Perusahaan**

**2. *Sideflap* Tutup Karton**

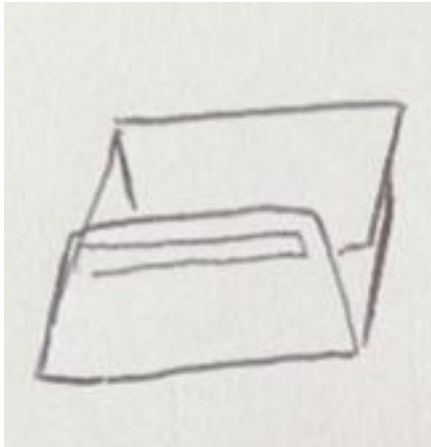


***DefectProduct***

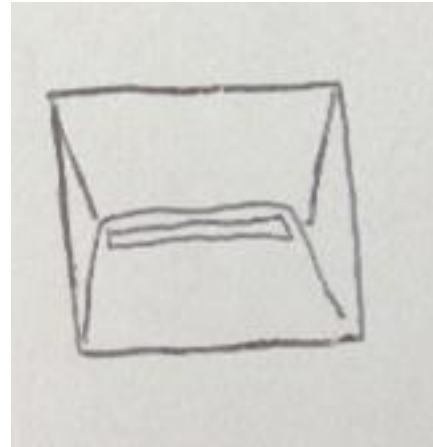


**Standar Perusahaan**

### 3. *Skewness*

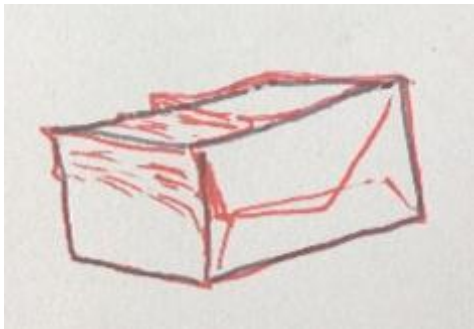


***DefectProduct***

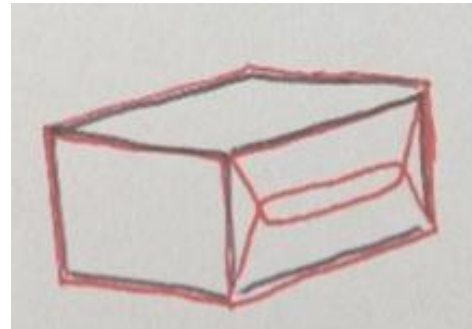


**Standar Perusahaan**

### 4. Permukaan Film Tidak Rata

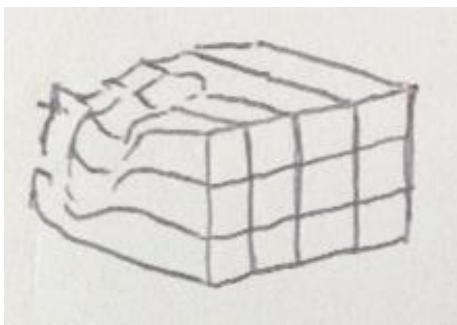


***DefectProduct***

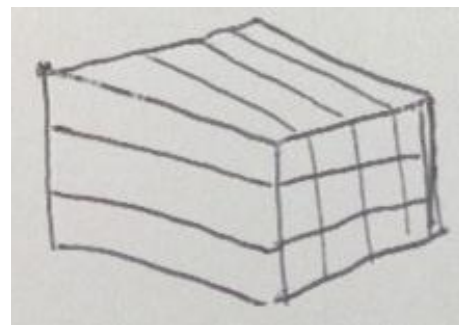


**Standar Perusahaan**

### 5. Karton Penyok

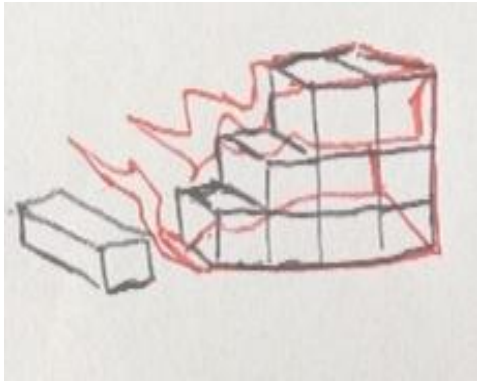


***DefectProduct***

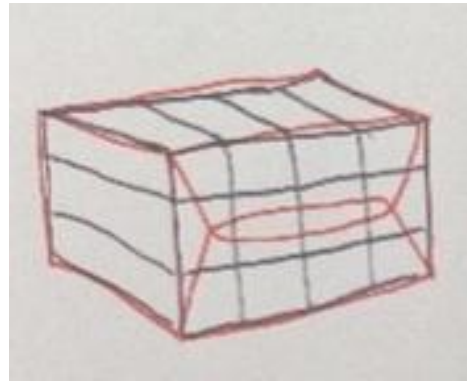


**Standar Perusahaan**

### 6. *Product Collapse*

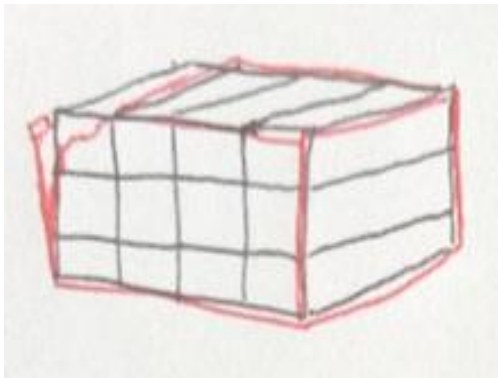


***DefectProduct***

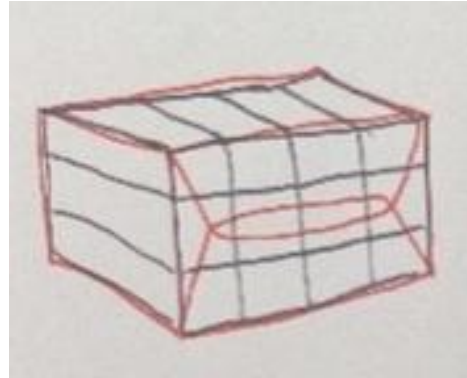


**Standar Perusahaan**

**7.Surface Tear**

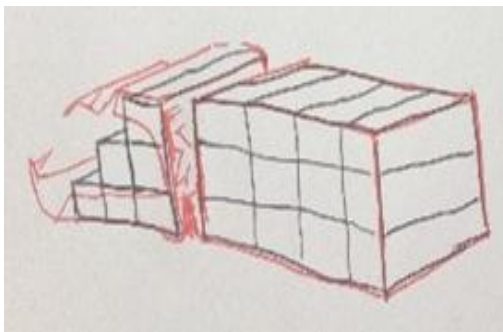


***DefectProduct***

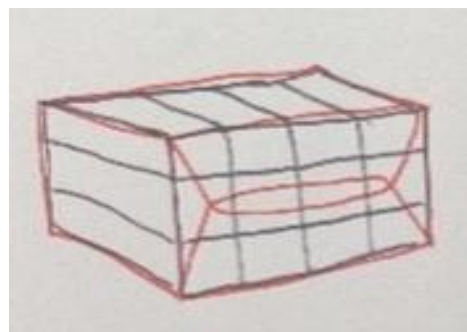


**Standar Perusahaan**

**8.Film Pembungkus Nyangkut**

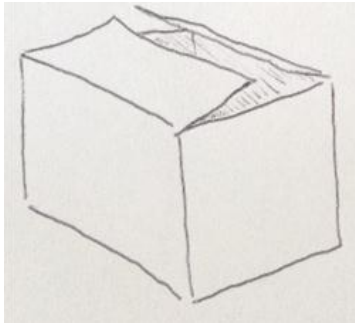


***DefectProduct***

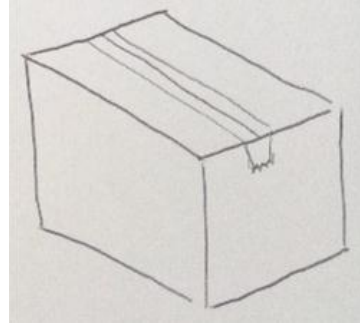


**Standar Perusahaan**

## 9. Tutup Case Terbuka



***DefectProduct***



**Standar Perusahaan**

LAMPIRAN III

**FORMULIR PEMBUATAN PROYEK *SIX SIGMA***

Proses yang menghasilkan <i>defect</i>	1. <i>Tube filling</i> 2. <i>Cartoning</i> 3. <i>Wrapping</i> 4. <i>Case Packer</i>	Proyeksi Penghematan yang akan diterima dari proyek <i>Six Sigma</i>	
Tanggal Mulai Proyek	5 Februari 2017	Ekspektasi Tanggal Selesai Proyek	16 Juni 2017
Elemen	Deskripsi	Sasaran proyek Six Sigma	
1. Proses	1. <i>Tube Filling</i> 2. <i>Cartoning</i> 3. <i>Wrapping</i> 4. <i>Case Packing</i>	Melakukan perbaikan kinerja proses produksi pada proses <i>tube filling</i> , <i>cartoning</i> , <i>wrapping</i> , dan <i>case packing</i> .	
2. Deskripsi Proses	Proses Six Sigma dilakukan guna meminimasi tingkat cacat pada proses produksi dengan serangkaian tahapan Six Sigma	Dapat melakukan perbaikan kinerja proses produksi Pasta Gigi PSD 225 gram serta mendapatkan alternatif perbaikannya.	

3. Anggota Tim Proyek Six Sigma	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fajar Widodo (Pillar Project Leader)</li> <li>- Taufiq Ishkar (Manajer Produksi)</li> <li>- Maulana Sucahyo (Supervisor Produksi)</li> <li>- Handik (As.Supervisor)</li> <li>- Wira (As.Supervisor)</li> <li>- Yusuf (As.Supervisor)</li> <li>- Operator masing-masing proses produksi</li> <li>- Alfonsus Sasando (Peneliti)</li> </ul>	
4. Ruang Lingkup Proyek	Lantai Produksi Pasta Gigi PSD 225 gram	Mengetahui permasalahan pada proses produksi Pasta Gigi PSD 225 gram
5. Jadwal Waktu	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Define: 5 Februari 2017</li> <li>2. Measure: 1 April 2017</li> <li>3. Analyze: 10 Mei 2017</li> <li>4. Improve : 5 Juni 2017</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Mengidentifikasi permasalahan dalam perusahaan</li> <li>2. Mengetahui kinerja proses produksi Pasta Gigi PSD 225 gram</li> <li>3. Mengetahui akar masalah defect untuk jenis defect terpilih</li> <li>4. Melakukan perbaikan pada proses produksi</li> </ul>



LAMPIRAN IV

***ORTHOGONAL ARRAY***

Pada bagian ini ditampilkan *orthogonal array* yang digunakan dalam eksperimen berdasarkan hasil generate dengan menggunakan *software* Minitab.

No	A	B	C	D	E	F
1	21	0,5	25	0,2	130	340
2	21	0,5	27	0,5	140	360
3	21	0,5	30	0,9	150	380
4	21	0,5	25	0,2	130	340
5	21	0,5	27	0,5	140	360
6	21	0,5	30	0,9	150	380
7	21	0,5	25	0,2	140	380
8	21	0,5	27	0,5	150	340
9	21	0,5	30	0,9	130	360
10	21	1,5	25	0,2	150	360
11	21	1,5	27	0,5	130	380
12	21	1,5	30	0,9	140	340
13	21	1,5	25	0,5	150	340
14	21	1,5	27	0,9	130	360
15	21	1,5	30	0,2	140	380
16	21	1,5	25	0,5	150	360
17	21	1,5	27	0,9	130	380
18	21	1,5	30	0,2	140	340
19	25	0,5	25	0,5	130	380
20	25	0,5	27	0,9	140	340
21	25	0,5	30	0,2	150	360
22	25	0,5	25	0,5	140	380
23	25	0,5	27	0,9	150	340
24	25	0,5	30	0,2	130	360
25	25	0,5	25	0,9	140	340
26	25	0,5	27	0,2	150	360
27	25	0,5	30	0,5	130	380
28	25	1,5	25	0,9	140	360
29	25	1,5	27	0,2	150	380
30	25	1,5	30	0,5	130	340
31	25	1,5	25	0,9	150	380
32	25	1,5	27	0,2	130	340
33	25	1,5	30	0,5	140	360
34	25	1,5	25	0,9	130	360
35	25	1,5	27	0,2	140	380
36	25	1,5	30	0,5	150	340



## BIOGRAFI PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Alfonsus Sasando Narwastu Kusuma dilahirkan di Kuang pada tanggal 5 Agustus 1995. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Fransiskus Xaverius Isgiarto dan Endah Wahyuningsih. Pendidikan formal yang telah ditempuh penulis yaitu SDK 2 Samarinda, SMP St. Fransiskus Assisi Samarinda, SMA St. Fransiskus Assisi Samarinda, dan hingga jenjang sarjana di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di berbagai organisasi, kepanitiaan, pelatihan, dan perlombaan. Pada bulan Juli 2015, penulis berkesempatan untuk menjadi salah satu asisten Laboratorium Sistem Manufaktur Jurusan Teknik Industri ITS. Selama menjadi asisten, penulis memegang beberapa mata kuliah, seperti Proses Manufaktur, Otomasi Industri, Menggambar Teknik, Ekologi Industri, serta Pemeliharaan dan Teknik Keandalan, serta menjadi training acara AutoCAD dan QIET. Pada bulan Februari 2017 penulis mendapatkan kesempatan untuk mengikuti lomba dan *international conference* dalam acara *The 16<sup>th</sup> Indonesia Capital Market Student Studies*, Universitas Indonesia, Jakarta. Penulis juga aktif dalam menghadiri perkumpulan rohani Keluarga Mahasiswa Katolik (KMK) ITS. Dalam rangka pengaplikasian ilmu, penulis melakukan kerja praktik di VICO Indonesia, Muara Badak, Kalimantan Timur pada bulan Juli 2016. Penulis dapat dihubungi melalui email [alfon\\_sasando@outlook.com](mailto:alfon_sasando@outlook.com).